

Snap! のこと

齋藤文康

2026 年 2 月 18 日

Snap! Build Your Own Blocks (ver. 11) の使い方について、Scratch に準じているので、基本的なことは省いて、私が説明できることだけを取り上げました。マニュアルのようにすべての事柄を説明することはできません。

この文書中のスクリプトは、Debian GNU Linux の Chromium ウェブ・ブラウザ上の Snap! から script pic... または result pic... で得た画像を使用しています。他の OS やウェブ・ブラウザを使用する場合とは違った表示になっているかもしれません。

Snap! は短い周期で更新されていますので記述が合っていない箇所があるかもしれません。私の理解不足で間違っているところがある可能性もあります。正しい内容になるように努めましたが、スクリプトを含め無保証です。

目 次

1 始め方	5
2 画面まわり	5
2.1 エリア	6
2.1.1 ステージエリア	6
2.1.2 スプライトコラル	7
2.1.3 スクリプトエリア	7
2.1.4 パレットエリア	7
2.2 エリアの大きさ	8
2.3 実行に関するボタン	8
2.4 ブロック表示	11
3 キーボード入力	12
4 変数	13
4.1 for all sprites 全部のスプライトで使えるグローバル変数	14
4.2 for this sprite only スプライト変数	15
4.3 script variables スクリプト変数	16
4.4 Upvar 変数	17
4.5 リスト操作用ブロック	18
4.5.1 numbers form () to ()	19
4.5.2 () in front of ()	20
4.5.3 all but first of ()	20
4.5.4 index of () in ()	21
4.5.5 delete () of ()	21
4.5.6 append () ()	21
4.5.7 for each () in ()	21
4.5.8 reshape () to () ()	22
4.5.9 map () over ()	23
4.5.10 keep items () from ()	25
4.5.11 find first item () in ()	26
4.5.12 combine () using ()	27
4.5.13 combinations () ()	29
4.6 オプションのリスト操作	30
4.6.1 rank of (), dimensions of ()	30
4.6.2 flatten of ()	31
4.6.3 columns of () 転置行列	31
4.6.4 uniques of ()	32
4.6.5 distribution of ()	32

4.6.6	sorted of ()	32
4.6.7	shuffled of ()	33
4.6.8	reverse of ()	33
4.6.9	text of ()	33
4.6.10	lines of ()	33
4.6.11	csv of ()	34
4.6.12	json of ()	34
4.7	リストの演算	34
4.8	変数に入れられるもの	36
5	Control 制御	38
5.1	リポーターの if < > then () else ()	38
5.2	when ()	38
5.3	stop ボタンがクリックされた時の終了処理	39
5.4	run ブロック	40
5.5	call ブロック	41
5.6	launch ブロック	43
5.7	broadcast ブロック, tell to ブロック, request ブロック	46
5.8	pipe	48
6	ブロックを作成する	49
6.1	定数の作成	49
6.2	() () ブロック	51
6.3	help 説明文の作成	54
6.4	for (i) = (start) to (end) step (step)	54
6.5	block variables	67
6.6	Upvar 変数の設定	68
7	ブロック定義について	70
7.1	プルダウン入力	70
7.2	Title Text とシンボル	75
7.3	Input name オプションについて	76
7.3.1	Reporter 型	77
7.3.2	Predicate 型	81
7.3.3	Command 型	82
8	その他	86
8.1	デバッグ	86
8.2	getc	88
8.3	Event Hat ブロック	90
8.4	プリミティブブロックの編集	92

8.5 集合	94
8.6 read-only 入力スロット	95
8.7 入力スロットへのリスト指定	96
8.8 入力スロットの追加	97
8.9 ask	99
8.10 broadcast の検索オプション	100
8.11 クローン	100
8.11.1 テンポラリクローン	100
8.11.2 パーマネントクローン	104
8.12 flat line ends	105
8.13 角度	109
8.14 Animation	111
8.15 anchor アンカー	114
8.16 JavaScript function (オプション 5 ページ参照)	117
8.17 時計	137
8.18 並列実行について	141
8.19 行列の積	143
8.19.1 inner product	143
8.19.2 outer product	150
8.20 Continuation 繙続	153
8.20.1 run と call の with continuation バージョン	153
8.20.2 catch と throw	156
8.20.3 map からの脱出	156
8.20.4 break と continue	158
8.20.5 thread	160

1 始め方

Snap! のサイトは <https://snap.berkeley.edu/> です。Snap! も Scratch と同じように Web 上でプログラミングする方法と、オフライン版をダウンロードして使用する方法があります。オフライン版も Web ブラウザを利用するので、OS を問わずに使用することができます。

オフライン版は、Snap! のサイトの一番下にある Offline Version のリンクからオフライン版に関するページに移り、Simple Steps: の下の文中のダウンロードサイト

<https://github.com/jmoenig/Snap/releases/latest>

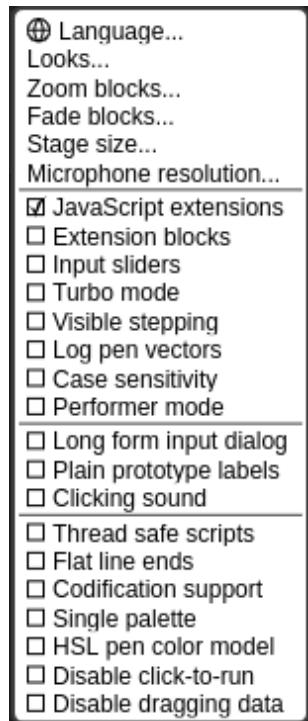
のリンクをクリックすると、オフライン版があるところにたどり着きますから、Source code(zip) か Source code(tar.gz) をダウンロードしてください。

ダウンロード後、展開し、その中にある snap.html を Web ブラウザで開いてください。

オフライン版はアップデートを自分でチェックする必要があります。また、コスチュームやライブラリーは Snap! のサイトからではなく、オフライン版のフォルダーにある Costumes、libraries から Import します。

オンライン版は、[Run Snap! Now](#) をクリックすれば使用できます。

日本語化もできますが、英語のままのほうがブロック表示がマニュアルやヘルプの表示と同じで対応がわかりやすいと思います。この文書では英語版のまま使用します。



日本語にするには、 のボタンをクリックすると表示される設定メニューの中で Language... をクリックして日本語を選べば変更することができます。

また、Zoom blocks... をクリックすると、ブロックの大きさを変更することができます。

JavaScript extensions がチェックされていると JavaScript ブロックが使用可能になります。

2 画面まわり

Snap! の画面にデスクトップやフォルダーからファイルをドロップすると、対応するファイル拡張子ならばそれに応じた処理をしてくれます。

- Snap! のプロジェクト (.xml) の場合は、プロジェクトとして開いてくれます。

- 画像ファイル (.png, .jpeg など) の場合は、その時点で対象になっているスプライトのコスチュームまたはステージの背景としてインポートし、ワードローブまたはバックグラウンドに入れります。
- サウンドファイル (.mp3 など) の場合は、その時点で対象になっているスプライトのサウンドとしてインポートし、ジュークボックスに入れます。
- テキストファイル (.txt) の場合は、変数を作成して読み込みます。
- .csv や .json のファイルは変数を作成し、リストとして読み込みます。

読み込むための変数が作成される場合は、拡張子を除いたファイル名が変数名になります。日本語のファイル名だと日本語の変数名になります。

英語版でも変数名やデータの内容など日本語が使えます。

2.1 エリア

各エリアには次のような名前がついています。



2.1.1 ステージエリア

ここにはスプライトが動く様子や pen で描いた軌跡などが表示されます。変数の値をリポートする変数ウォッチャーも表示されます。このエリアにマウスポインターを合わせ、右クリックすると次のメニューが出ます。



- edit は、ステージ用のスクリプトの作成です。操作対象を Stage にします。

- show all は、非表示設定になっているものも含めてスプライトを全部表示します。ステージ外に行ってしまったものもステージ内に連れ戻します。変数ウォッチャーも表示されます。不要な変数ウォッチャーは、パレットエリアにドロップしてください。
- pic... は、ステージのスクリーンショットを撮ります。画像はダウンロードフォルダーへ。
- pen trails は、pen や stamp で描いた軌跡を選択されているスプライトのためのコスチュームとしてワードローブに、またはステージのための背景としてバックグラウンドに追加します。このコスチュームの中心は、pen trails された時点の座標になります。

2.1.2 スプライトコラル



ここには使用するスプライトやステージが表示されます。 をクリックすると新しいスプライトを生成できます。すでにあるスプライトを右クリックして出てくるメニューからコピーやクローンを作ることもできます。

2.1.3 スクリプトエリア

スクリプトエリアは、スクリプトを作成する場所です。ただし、スクリプトエリアの部分はスクリプトを扱う時はスクリプトエリアで、コスチュームを扱う時はワードローブエリア、サウンドを扱う時はジュークボックスと呼び方が変わります。また、ステージの時はワードローブではなくバックグラウンドです。

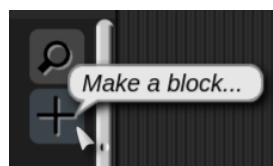
スクリプトエリアの右上には、 と があります。

ブロックを組んでいて、いらないと思ってパレットエリアに移してしまったものが必要だった場合は、 をクリックすれば元に戻せます。これを使うと になり、その変更を元に戻すことができます。

は、キーボードを使ってスクリプトを作成するモードへのスイッチです。

2.1.4 パレットエリア

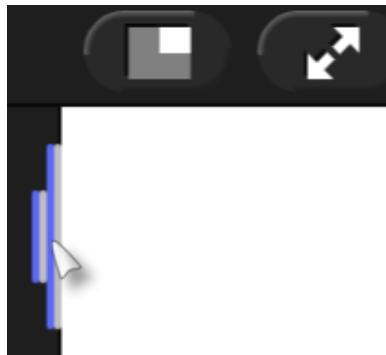
ここからスクリプト作成のためのブロックを持ってきます。要らなくなったブロックを戻す場所もあります。上部にある 8 個のボタンから選択して、使用する機能のブロックを表示します。



のボタンはカスタムブロックを作成する時に使います。カスタムブロック(ユーザー定義ブロック)とは、ブロックエディターで作成、修正可能なブロックです。それに対して、プリミティブブロックは、Snap! に備わっているブロックです。

その上のボタンはブロック検索用です。クリックすると検索窓がでます。アルファベットを入力すると該当するブロックが表示されます。

2.2 エリアの大きさ



の部分でステージの大きさ、結果的にスクリプトエリアの大きさを変えることができます。 のボタンのクリックで変わります。 のボタンは画面の表示をステージのみにして発表モードにするものです。左図のマウスポインターが置かれて色が薄い紫色になっているところをドラッグしても大きさを変えることができます。



左図のマウスポインターが置かれて色が薄い紫色になっているところをドラッグすると、パレットエリアの大きさを変えて横幅のあるブロックの全体を表示させることができます。

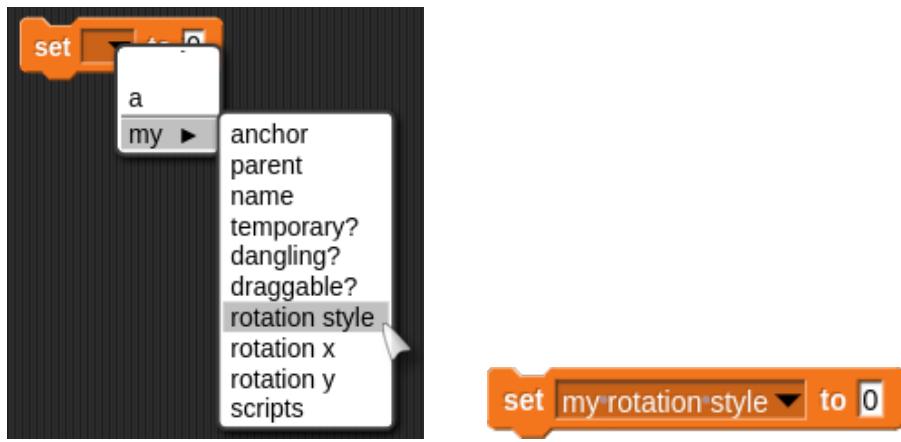
2.3 実行に関するボタン

ステージエリアの上には のボタンがあります。これは に接続されたスクリプトを実行するボタンです。 はスクリプトの実行を終了させるボタンです。 はスクリプトの実行を一時停止させるボタンです。 のボタンをクリックすると実行中のブロックをハイライトさせてゆっくり実行させたりできます。 のマウスポインターが置かれているところをドラッグすると実行のスピードが調整できます。左端だと 1 動作ごとの 1 ステップ実行になります。デバッグの時に使えます。(86 ページ参照) デバッグモードでは、実行中のブロックをハイライトしたり、ブロック中の変数やリストの値を表示してくれます。 のクリックで実行再開です。スクリプトを止めて確認したいところに を入れても、そこで一時停止させることができます。

スクリプトエリアの上に次のようなボタンがあります。

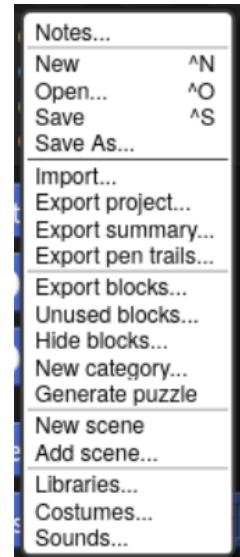


これは、スプライトの回転を可能にするかを設定します。1番上は、可能(1)。真ん中は、左右のみ(2)。1番下は、回転不可(0)。set ブロックを使って rotation style に()の中の数値(0, 1, 2)を入れてやると、スクリプト上で設定することができます。



スプライトをマウスでドラッグできるかを設定するのが、 drammable です。スクリプトで設定するのが、 です。こちらは、true か false で設定します。

 をクリックすると右のメニューが出てきます。
Notes... にはプロジェクトの覚書、注釈が書けます。
New で新しいプロジェクトの開始、Open... で保存してあるプロジェクトの読み込み、Save と Save As... でプロジェクトの保存です。
scene は、プロジェクト内にサブプロジェクトを置くものです。新規作成または既存のプロジェクトをオープンしてサブプロジェクトとして加えます。
 で次のプロジェクトに移行することができます。
Libraries... でライブラリーからいろいろなブロックを取り込むことができます。 Costumes... でコスチュームを取り込むことができます。



必要なコスチュームを Import し終えたなら Cancel をクリックします。

「Export blocks...」、「Unused blocks...」の項目はユーザー定義ブロックがない場合は表示されません。

Scratch で高速に実行するためのターボモードが Snap! にもあります。

[Shift] を押しながら  のボタンをクリックすると  (ターボモード) になり、これをクリックすると描画のスピードが速くなります。

Sensing パレットに  ブロックがあります。これを turbo mode にして六角形の部分をクリックすることで、 ターボモードをオンにしたり  オフにすることができます。スクリプト内で自在にターボモードの切り替えができます。

warp (ワープ) ブロックでスクリプトを囲むと、さらに速く処理することができます。

描画のスピードを比較するために、ターボモードで実行する場合とワープを使用した場合のスクリプトを示します。ターボモード版は画面のクリアと描画の様子が確認できますが、ワープ版は確認できません。



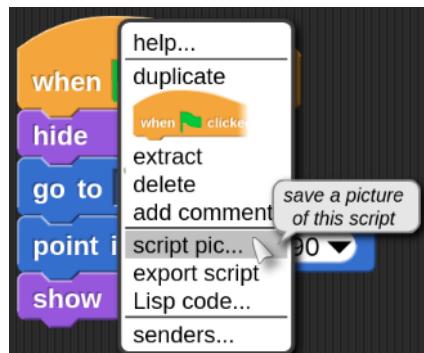
2.4 ブロック表示

$$y = \frac{1000}{\sqrt{\sqrt{(x - 50)^2 + (z + 50)^2} + 100}} - \frac{1000}{\sqrt{\sqrt{(x + 50)^2 + (z - 50)^2} + 100}}$$

このような長い式を Snap! でスクリプトにすると、

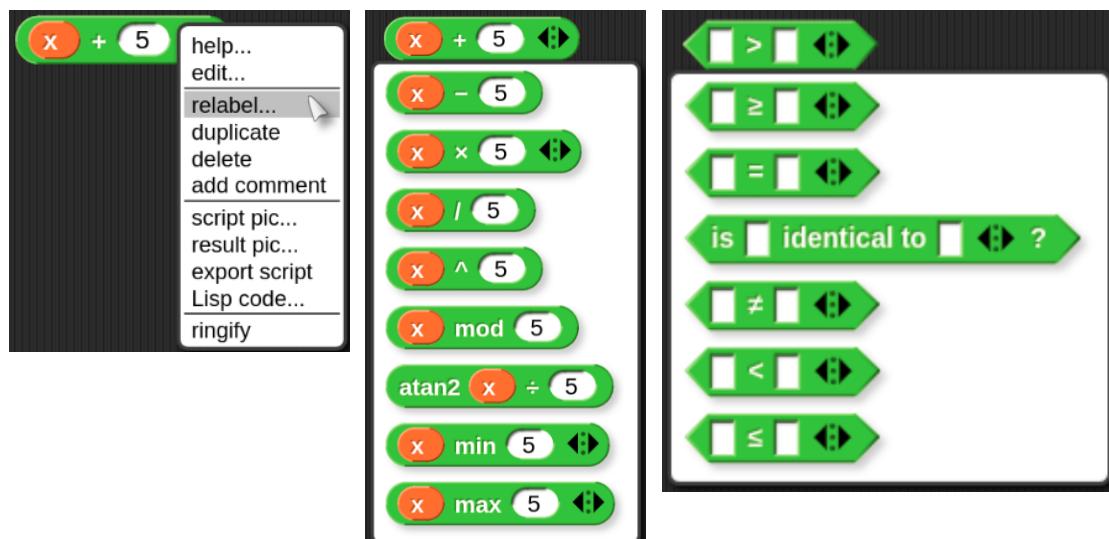


となります。長くなった場合は、自動的に折り畳まれます。また、同じパレットのブロックが重なった場合は、色合いが交互に変化して表示されます。ゼブラカラーリングだそうです。



スクリプトをプリンターで印刷したい場合は、スクリプトを右クリックすると、script pic ... で、画像ファイルとしてダウンロードフォルダーへエクスポートされます。ファイル名はプロジェクト名 + script pic + (番号) + 画像ファイルを表す拡張子になります。

ブロックを組んでいて、間違えたとか違う種類の方にしたい時があります。そういう時はそのブロックを右クリックすると出てくるメニューから、relabel... をクリックすると欲しいものが得られる場合があります。パレットエリアにはないものも使用できます。



3 キー ボード 入力

スクリプトエリアには  があります。これをクリックするか、Shift + ⌘ でキー ボード を 

使ってスクリプトを作成できるモードになります。  をクリックしてください。すると、スクリプトエリアに白い線が点滅されます。すでにいくつかスクリプトがある場合は、Tab を押すと別のスクリプトのところへ移動します。

二つの計算結果を表示するスクリプトを作ってみます。



スクリプトが何もない状態から始めます。

 を出すために、「when」の最初の文字  を打ちます。すると、パレットエリアに左図のように表示されるので、 と  で選んでください。

次に、 です。「say」から   と打つと欲しいものが得られます。スクリプトエリアにセットされると、入力スロットの部分が白く(ハロ)囲われています。



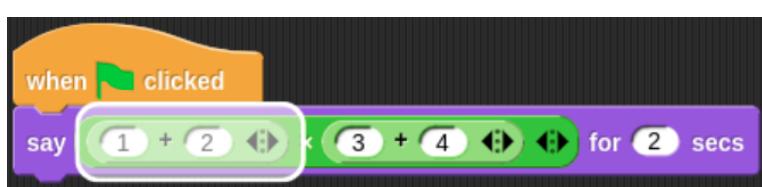
ここで  を押すと、ハロが消えて初期値としての「Hello!」を修正または別なテキストを入力することができます。 を押してハロが出ている状態で文字を打ち込むと、ブロックや変数を候補として出してくれます。数字や「() + - * / < = >」を打ち込むと、数式の入力ができます。

「(1+2)*(3+4)」と入れてみてください。パレットエリアに入力に応じて式のブロックが表示されます。 で決定です。

16/4/2



16/(4/2)

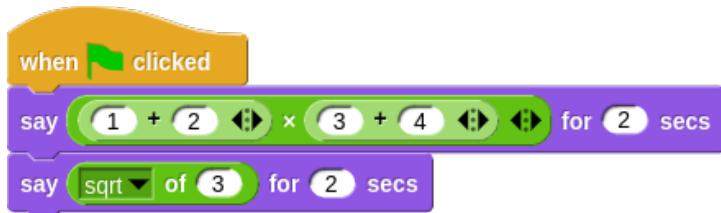


  で入力スロットを移動して変更できます。 で次のブロックに移ります。

次に、ルート 3 の値を表示させてみます。ルートは sqrt で求めます。

また、say Hello! for 2 secs を出してください。

say の最初の入力スロットの部分で、□ (of の「o」です) と打ちこんで sqrt □ of 10 を選びます。この場合は sqrt になっているのでこのままでいいですが、別な演算を選ぶ場合は □ を押すと選択肢が表示されます。後は 3 をセットすれば終了です。できたスクリプトは [Control]+[Shift]+□ で実行できます。



どこかをクリックするか [Esc] などでキーボード入力モードから抜けます。

4 変数

変数を作成するにはいくつか方法があります。

- Make variables をクリックする。
- script variables □ を利用する。
- block variables を利用する。(ブロック内変数 67 ページ参照)
- for ブロックなどの変数を利用する。
- .txt .csv .json などのファイルを Snap! 画面にドロップする。

英語版のままでも変数名に日本語も使えますし、値として日本語を扱うこともできます。次のように半角全角の混じった文字列でも正しく処理されるようです。



4.1 for all sprites 全部のスプライトで使えるグローバル変数

変数は、有効になる（変数が見える）範囲によって種類が分かれます。パレットエリアにある



〔 Make a variable 〕をクリックすると、



が出ますから for all sprites を選んで、varAll



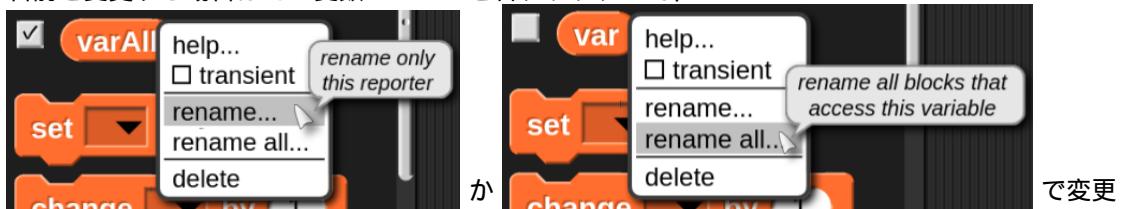
という変数を作ります。そうすると、パレットエリアに が表示されます。こうして作られた変数は全部のスプライトで使用できます。このようにどこからでも使用できる変数をグローバル変数とか大域変数と言います。

左のチェックボックスにチェックを入れると変数の値を表示する変数ウォッチャーがステージエリアに表示されます。

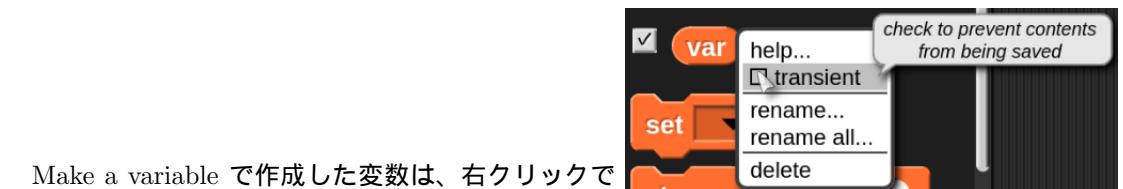


変数を削除する場合は、 で Delete a variable をクリックすると登録されている変数が表示されるので、そこから選んで削除します。

名前を変更する場合はその変数のところを右クリックして、



します。all の方を選ぶと、この変数を使用しているすべての個所を変更します。



Make a variable で作成した変数は、右クリックで transient のオプションが表示されます。これはプロジェクトの保存の時にこの変数の値を保存さ

せないためのものです。以下は、transient の効果を示すものです。

スクリプトが何もない状態で、変数 var を for all sprites を選んで作成します。この段階では var は、 です。



をスクリプトエリアに置きます。これを実行させない状態で save します。すると、ファイルの容量は 8.5KB でした。これを実行すると、変数 var に 10000 個の要素のリストが入ります。

この状態で save します。すると、ファイルの容量は 59.8KB でした。この保存したプロジェクトを改めて Open... で読み込むと、保存された時の変数の値になっています。つまり、何もしないと変数が値ごと保存されてプロジェクトファイルの容量が大きくなるということです。transient をチェックして save すると、ファイルの容量は 10.9KB でした。この数値は実行環境など状況によって違うかもしれません。この保存したプロジェクトを改めて Open... で読み込むと、変数 var の値は初期値 0 になっています。これが transient の機能です。このスクリプトの場合、プログラム開始時に 10000 個の要素を持つリストが作成されるのでプロジェクトファイルに値を含ませるのは無駄なことです。transient をうまく使うとプロジェクトファイルをスリムにすることができます。

グローバル変数はどこからでも使って便利なのですが、あるスプライトが使用中の変数を別なスプライトによってかってに変更されてしまうと具合が悪いです。ある範囲の中だけで有効なローカル変数というものがあります。ローカル変数にはその範囲によって種類があります。

4.2 for this sprite only スプライト変数



(Make a variable) をクリックして、



for this sprite only を選んで varSprite を作



成します。すると、パレットエリアに varSprite が表示されます。varSprite という名前の左にロケーションピンアイコンが表示されて、これがこのスプライト専用の変数であることを表します。この変数はこのスプライトのスクリプトエリア内ならばどのスクリプトからも使用することができます。このスプライト限定になりますがカスタムブロック内で使用することもできます。

をクリックして、 新しいスプライトを追加します (Sprite(2))。するとスクリプトエリアやパレットエリアには追加したスプライトのためのものが表示されます。パレットエリアには varAll は表示されますが varSprite は表示されません。Sprite(2) からは varSprite が見えない、つまり使えないということです。変数に値を入れるには

set [varAll] to [0] を使いますが、 varSprite は変数名リストに出てきません。

4.3 script variables スクリプト変数

で、その下に接続された範囲だけで有効なスクリプト変数が使えるようになります。変数名は a のところをクリックすると変えられます。



a の隣りにある右向きの三角をクリックすると変数を追加できます。

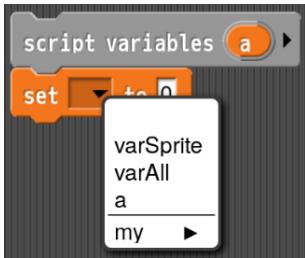


左向きの三角をクリックすると削除できます。

スクリプト変数は をスクリプトエリアに持ってくるだけでは使えません。



このように、変数リストに表示されません。

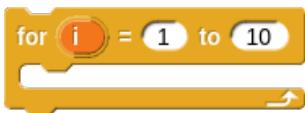


このように接続されてからでないと使えません。



このようにその前でも有効になりません。

4.4 Upvar 変数

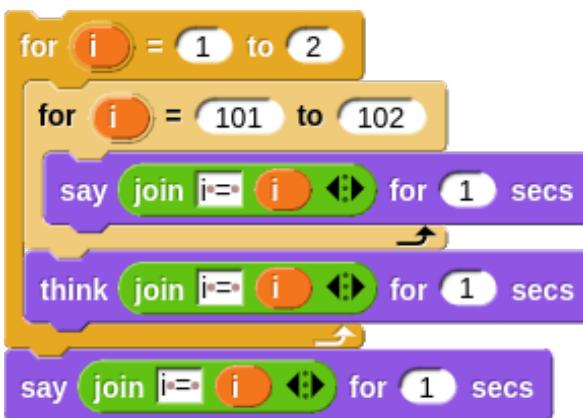


for ループのようにあらかじめ用意されている変数があります。

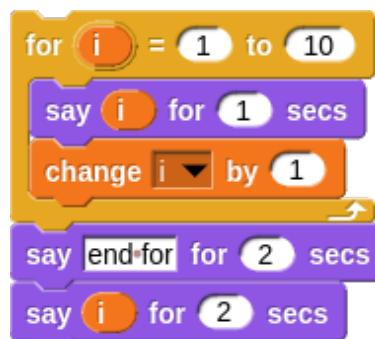
これはスクリプト変数のように変数名を変更することができます。また、この変数をいくつでもドラッグ&ドロップして使用することができます。for ループ用の変数は、ループする間に 1 ずつ増加または減少していくので、その変化していく変数の値をスクリプトで使用するということができます。



この例は、i の値を 3 から 1 に 1 ずつ減らしながら C 型ブロック内のスクリプトを実行します。3, 2, 1 と表示します。



ループする回数自体は合っていますが、thing ブロックは外側ではなく内側の i の値を表示します。変数は適切に使用しましょう。



このようにすれば増減を操作することができます。ループ変数はループ外でも参照できるようです。

4.5 リスト操作用ブロック

Snap! には Scratch のようなリスト専用の変数はありません。変数に数値や文字列を入れるよう に、リストを入れればリストを記憶する変数になります。

 Make a variable
Delete a variable
 aList で aList という変数を作成すると、ステージエリアに  aList 0 が表示さ れます。  の左向きの三角をクリックして  とすると、空のリ ストができます。  の右向きの三角をクリックして  で 値を入れてやると (左端の入力スロットに 1 を入れて、Tab キーを押すと次の入力スロットに移



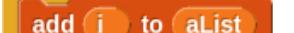
れます)、aList は要素を持つリストになり、ステージエリアに

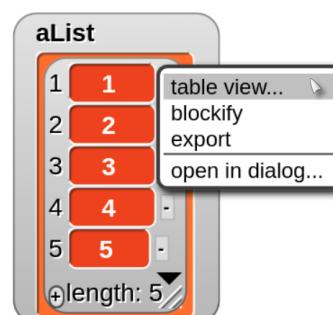


が表示されます。

 を使うと、



 にすることができます。



変数ウォッチャーのリスト表示エリア内を右クリックして

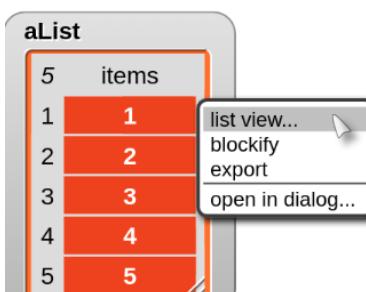


table view... を選択すると

に変更することができます。また右

クリックして list view... を選択すると元に戻ります。



list view 内では、要素をクリックすると値を変更することができます。左下の プラスマークをクリックすると要素を増やせますし、要素の右の マイナスマークをクリックするとその要素を削除できます。



変数ウォッチャーの内部を右クリックして、blockify をクリックすると、リストブロックとして取り出することができます。

list 1 2 3 4 5

open in dialog... をクリックすると、ステージ外にリストの Table view を表示することができます。

export をクリックすると、変数の内容をテキストファイルとして保存できます。リストの場合は .csv 形式、複雑なリストの場合は .json 形式のテキストファイルとして書き出されます。

変数ブロックや演算ブロックのような橿円形のブロックは、リポーターブロックと言ってクリックするかスクリプト内で使用されると値を返して（リポートして）くれます。



たとえば、

や list 1 2 3



のように。

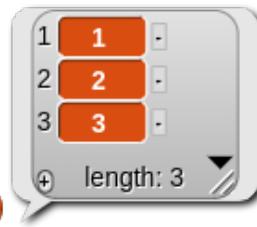
なお list view では、一度に扱える要素数は 100 までになっています。次の 101 から 200 の要素



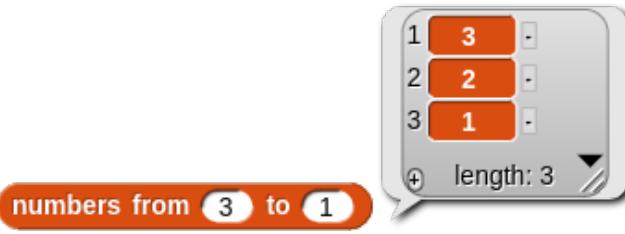
に移るには、下向きの三角をクリックすると出てくる範囲から選びます。

4.5.1 numbers form () to ()

これは指定された範囲のリストをリポートするものです。



指定された範囲内で 1 ずつ増加するリストをリポート



指定された範囲内で 1 ずつ減少するリストをリポート



1 ずつの増加または減少なので指定された値が含まれないこともあります。



4.5.2 () in front of ()



これは、指定された値を指定されたリストの先頭に挿入したリストをリポートします。指定されたリスト自体は変更しません。

4.5.3 all but first of ()



これは、指定されたリストの先頭を除いたリストをリポートします。指定されたリスト自体は変更しません。

4.5.4 index of () in ()

これは、指定された要素がリストの中に存在するか調べて、もしあればそのインデックスをリポートします。もしなかったら 0 をリポートします。



4.5.5 delete () of ()

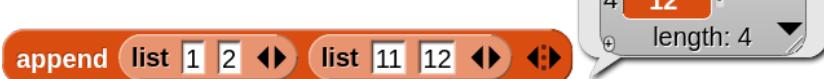
これは、指定されたリストから指定された位置の要素を削除します。



位置が要素数よりも大きい場合は何もしません。ただし、位置を 0 とすると last を指定したのと同じになってしまいます。-1 にすると、最後から -1 番目、-2 にすると、最後から -2 番目ということになります。要素数 -1 以上の値を負数にした値、要素数 5 の aList では -4 以下の数値を指定すると、1 番目の要素を削除することになります。

4.5.6 append () ()

これは、指定されたリストを結合したリストをリポートします。
(ver.11 からリストでなくとも変数に入った値を結合可能)



変数などにリストをセットする場合、
"set [bList v] to [aList]" とすると bList は aList と同じリストを参照します。そのため、

"replace item [2] of [aList] with [x]" のようなことを行うと aList, bList 共に変更されます。

"set [bList v] to [append [aList]]" のようにすると、bList には aList のコピーがセットされるので変更されません。

4.5.7 for each () in ()

実行してみると動作が分かりますが、リストの各要素を item に入れながら全要素分指定されたスクリプトを実行します。右が、for ループで同じことをするものです。



4.5.8 reshape () to ()()

リストの要素にリストを含むものを配列、縦横二次元的なものを行列と言います。

4	A	B	C
1	1	2	3
2	4	5	6
3	7	8	9
4	10	11	12

list [list [1 | 2 | 3 |] to [list [4 | 5 | 6 |] to [list [7 | 8 | 9 |] to [list [10 | 11 | 12 |]]]]]

reshape ブロックに、要素を指定するリストと行数と列数を指定することで希望の形の配列を作成することができます。ただし、指定した行数 × 列数個以上のリストの要素は無視されます。

4	A	B	C
1	1	2	3
2	4	5	6
3	7	8	9
4	10	11	12

reshape [numbers from 1 to 20 to 4 3]

指定したリストの要素数が行数 × 列数よりも少ない場合はリストの先頭に戻ってその値が使用されます。このことを利用すると、値が 0 (または他の値) の配列を作成することができます。

4	A	B	C
1	0	0	0
2	0	0	0
3	0	0	0
4	0	0	0

reshape [list [0 |] to 4 3]

1	0	-
2	0	-
3	0	-
4	0	-
5	0	-

length: 5

reshape [list [0 |] to 5]

例えば、1 行目の 3 列目の値を設定したり読み出したりするには次のようにします。

set aList to reshape [list [0 |] to 4 3]
replace item 3 of item 1 of aList with 99

4.5.9 map () over ()



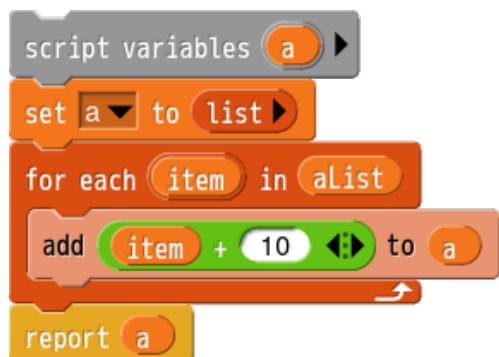
これは、指定されたリストの各要素に対して指定された操作を行ったリストをリポートします。

1	11	·
2	12	·
3	13	·
+	length: 3	▼



「+」の左側の入力スロットが空になっています。ここにリストの要素が順番に入って、計算された結果をリストとしてリポートします。+ 演算なので  でも同じです。

for each で同様のことをすると、次のようにになります。



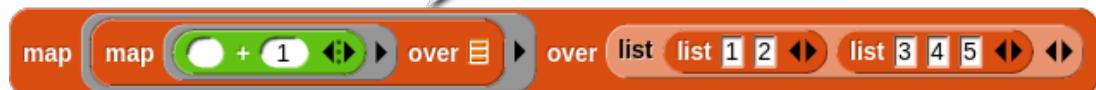
```

script [variables [a]]
  set [a] to [list]
  for each [item] in [alist]
    add ([item] + (10)) to [a]
  end
  report [a]
end

```

入れ子になったリストも map を入れ子にすることで対応できます。

2	A	B	C
1	2	3	
2	4	5	6



map の入力スロットの灰色の部分をリングと言います。右端の右向きの三角をクリックすると、フォーマルパラメータが出てきます。パラメータとは、値を受け取るための変数のやうなものです。map には機能が設定された 3 つのフォーマルパラメータがあります。

value には指定されたリストの要素が順番にセットされます。index はリストの何番目の要素を処理しているかを示します。list は指定されたリストを表します。

value = item (index) of (list) の関係になっています。

1	1:A(ABC)	·
2	2:B(ABC)	·
3	3:C(ABC)	·
+	length: 3	▼



次のようにすると特定の値の要素を入れ替えることができます。

A Scratch script using the `map` control block. The condition part of the `if` block is `[index = 2]`. The `then` block contains `tow`. The `else` block is empty. The `over` block is set to `[list 1 2 3]`. To the right is a data stack showing three orange cards labeled 1, tow, and 3, with a total length of 3.

map に変数を指定する場合、フォーマルパラメータの list は変数のコピーではなくそのものを指しているので、list の値を変更すると変数の値もそのように変更されます。非推奨ですが、このことを利用するとフィボナッチ数列を求めることができます。

フィボナッチ数列 (1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, 21, 34, 55, 89, ...) は、
1 項目と 2 項目は 1 で、第 n 項は第 $n - 1$ 項 + 第 $n - 2$ 項 の値になります。

まずは簡単にするために aList の各要素を 1 にします。

A Scratch script using the `set` control block. The target is `aList`, the value is `reshape [1 to 7]`. To the right is a data stack showing seven orange cards labeled 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, with a total length of 7.

次のようにして list の要素の値を書き換えていきます。そうしないと、
($n - 1$) 項と ($n - 2$) 項の値を得られないからです。

A Scratch script using the `map` control block. The condition part of the `if` block is `[index > 2]`. The `then` block contains a `call` block. Inside the `call` block is a `replace item` block. The index is `[index - 1]`, the list is `[list]`, and the value is `[item index - 2 of list + item index - 1 of list]`. The `call` block also includes a `report` block with the value `[item index of list]`. The `else` block contains `[value]`. The `over` block is set to `[aList]`. To the right is a data stack showing seven orange cards labeled 1, 1, 2, 3, 5, 8, 13, with a total length of 7.

その結果、aList の要素の値も入れ替わります。
 (入力したリストが変更されることを示すために変数を使いましたが、**reshape 1 to 7** を使用することもできます。その場合は、それによって作成されたリストが変更されます。)

The image shows a Scratch script where a variable **aList** is reshaped. The original list has elements 1, 2, 3, 5, 8, and 13. After reshaping, the list is shown as [1, 1, 2, 3, 5, 8, 13], indicating that the original list was modified.

4.5.10 keep items () from ()

The image shows a Scratch script consisting of two blocks: **set aList to [numbers from 1 to 5]** and **keep items [mod 2 = 0] from aList**. The resulting list is [2, 4].

これは、指定されたリストの要素から指定された条件に合った値のリストをリポートします。指定されたリスト自体は変更しません。

for each で同様のことをすると、次のようにになります。

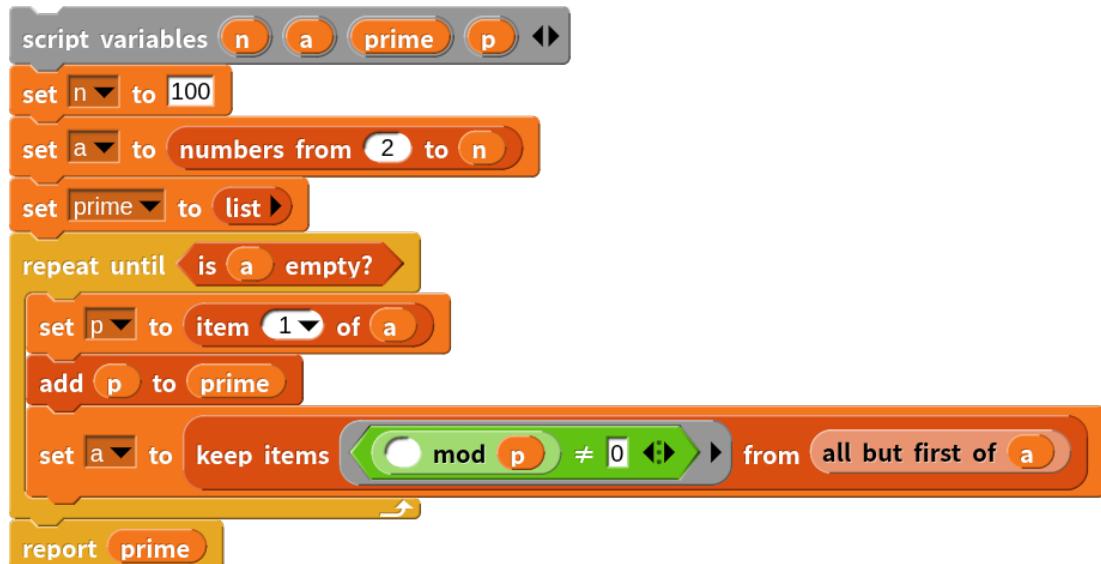
The image shows a Scratch script using a **script variables [a]** block. It sets **a** to **list**, loops through **aList** to add items where **item mod 2 = 0** to **a**, and then reports **a**.

delete 1 of [] のブロックでリスト内の位置を指定して要素を削除できますが、次のように **not** を使用すると、指定した条件のものを削除したリストが得られます。

The image shows a Scratch script using a **keep items [not mod 2 = 0] from aList** block. The resulting list is [1, 3, 5].

これを応用すると「エラトステネスのふるい」のアルゴリズムを用いて素数列を求めることがで
きます。素数とは 1 より大きな整数で、約数が 1 と自分自身のみである整数です。

a に整数のリストをセットします。先頭の要素は素数なので素数リストに加え、keep でリスト
から倍数を排除したものを a のリストとする、ということを a のリストが空になるまで繰り返し
ます。



2000 年から 2200 年までのうるう年のリストを求めてみます。

4 で割り切れて $\text{mod } 4 = 0$
 かつ 100 では割り切れない年 $\text{not } \text{mod } 100 = 0$ 、
 または、400 で割り切れる年 $\text{mod } 400 = 0$ ということで、2000 年はうる
 う年だけれども 2100 年と 2200 年は違います。

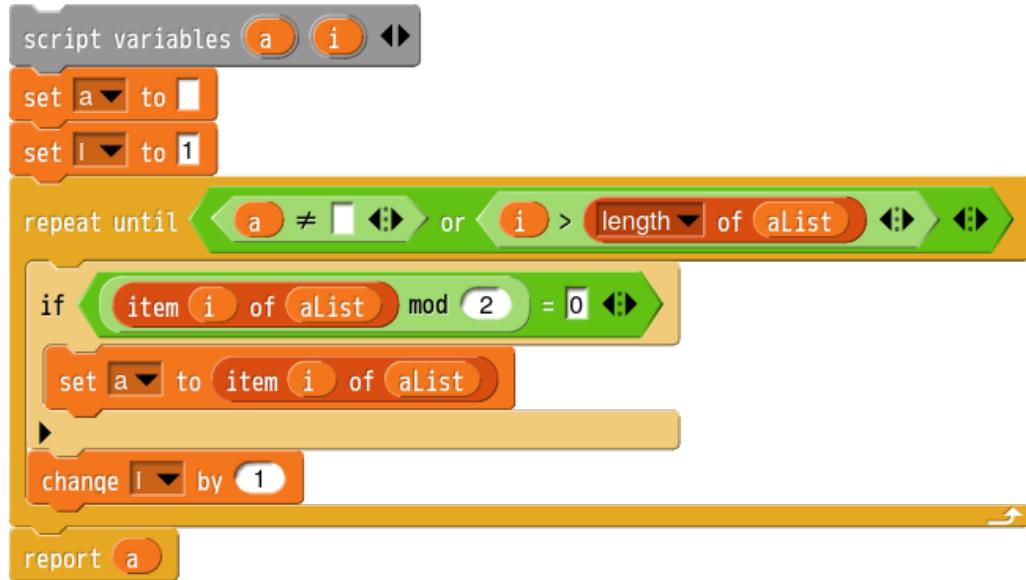


空の入力スロットが複数ヶ所あります。2000 年の場合、すべてにリストの要素である 2000 が入
ります。フォーマルパラメータ value をすべてにセットするのと同じです。

4.5.11 find first item () in ()



これは、指定されたリストの要素から指定された条件に合った最初の値をリポートします。指定の値がなかったら、(空)をリポートします。指定されたリスト自体は変更しません。
repeat until で同様のことをすると、次のようにになります。



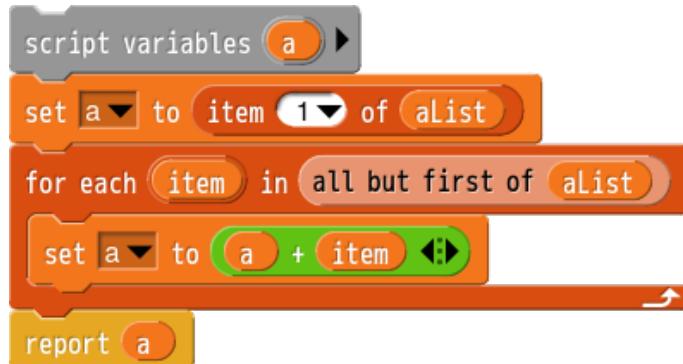
keep ブロックと同じような操作ですが、keep が条件に合うすべての値のリストをリポートするのに対してこちらは最初の一つの値をリポートするだけです。

4.5.12 combine () using ()

combine は、指定された演算（引数が 2 つ）をリストの要素に行い値をリポートします。指定されたリスト自体は変更しません。

combine **numbers from 1 to 5 using** **+ 15** は、指定されたリストの合計をリポートします。 **1 + 2 + 3 + 4 + 5 15**

for each で同様のことをすると、次のようにになります。



96 ページで述べているように、演算ブロックの右端の三角のところにリストを入れてやることでもリスト全要素に対しての演算の値を得ることができます。そちらでほぼ処理できます。

sum numbers from 1 to 5 15

combine numbers from 1 to 5 using \times 120
は、5 の階乗を
求める操作になります。 $1 \times 2 \times 3 \times 4 \times 5 \rightarrow 120$

product numbers from 1 to 5 120

pipe (48 ページ参照) ブロックを使った処理でも代用が可能です。

pipe numbers from 1 to 10 → combine using \times 55

pipe numbers from 1 to 10 → sum list input names: list 55

リストに対応していないユーザー定義ブロックでは、combine が必要になります。

ユーザー定義ブロック gcd は 2 つの引数を受け取り、ユークリッドの互除法を使ってその最大公約数を求めるものです。

gcd 45 75 15

combine を使用すると、リストの全要素の最大公約数を求めることができます。

combine list 84 210 196 98 126 using gcd 14

```
+ qcd + m # + n # +  
repeat until (m = n)  
  if (m > n)  
    set [m v] to [m - n]  
  else  
    set [n v] to [n - m]  
end  
report m
```

A Scratch script for calculating the greatest common divisor (GCD) of two numbers, m and n. It uses the Euclidean algorithm. The script starts by adding the values of m and n to a variable qcd. Then, it enters a repeat loop until m equals n. Inside the loop, it checks if m is greater than n. If true, it sets m to m minus n. Otherwise, it sets n to n minus m. Finally, it reports the value of m as the GCD.

4.5.13 combinations () ()

指定されたリスト同士を順番に組み合わせたリストをリポートします。

A Scratch script demonstrating the use of the `combinations` function. The script consists of two main parts: a `combinations` function definition and a call to it.

The `combinations` function takes two lists as parameters: `list [1 2 <-->]` and `list [1 2 <-->]`. It outputs a list of lists representing all possible pairs between the two input lists. The output is shown in a data table:

	A	B
1	1	1
2	1	2
3	2	1
4	2	2

for each で同様のことをすると、次のようにになります。

A Scratch script using a `for each` loop to create a list of pairs. The script starts with a `script variables [a]` hat block. Inside, it sets variable `a` to an empty list (`set [a] to [list]`). Then, it enters a nested `for each` loop where both `item_1` and `item_2` range from 1 to 2. Inside this loop, it adds a new list item (`add [list [item_1 item_2 <-->] to [a]]`) to the list `a`. Finally, it reports the value of `a`.

x 座標、y 座標 それぞれ取り得る値が (-100, 0, 100) と (-80, 0, 80) の場合にすべての組み合わせからランダムに選んだ座標へ移動するスクリプトです。

A Scratch script for moving to random coordinates. It starts by setting variable `aList` to the result of the `combinations` function with lists `[-100 0 100 <-->]` and `[-80 0 80 <-->]`. The script then enters a `forever` loop. Inside, it uses a `go to item [pick random 1 to [length of aList] of aList] of aList` block to move to a randomly selected coordinate. Finally, it waits 1 second (`wait [1 secs]`).

なお、`go to` ブロックは `go to [random position <-->]` の入力スロットに `item [1 of]` ブロックをドロップしたものです。

4.6 オプションのリスト操作

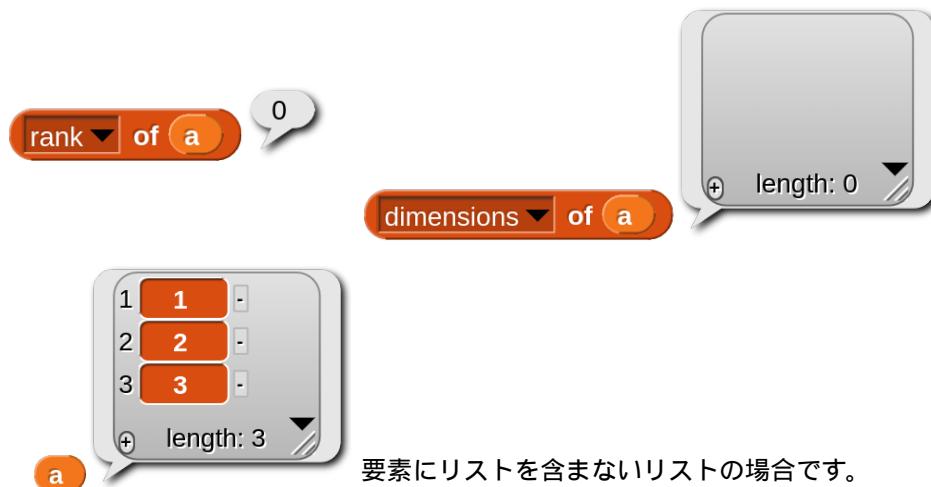
length ▾ of ブロックのオプションメニューからいろいろなリスト操作が選べます。

4.6.1 rank of (), dimensions of ()

rank, dimensions, reshape は APL 言語の機能を取り入れたものです。

rank ランク (階) は配列の次元を、dimensions は形 (shape) をリポートします。

a のようにリストではない場合です。



set [a ▾ to [reshape [numbers from 1 to 6 to 2 3 <::>]

2	A	B	C
1	1	2	3
2	4	5	6

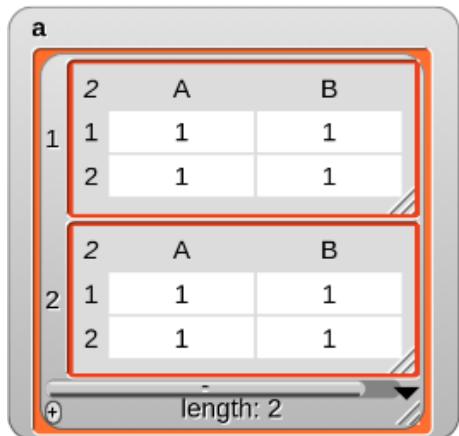
a 行列 (マトリックス) の場合です。

reshape で指定した形が dimensions の値になります。



rank は dimensions のリストの要素数を示します。

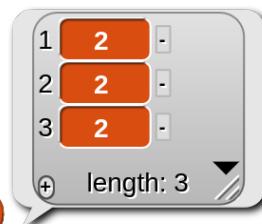
set **a** to reshape 1 to input list: list 2 2 2



rank of a

3

dimensions of a



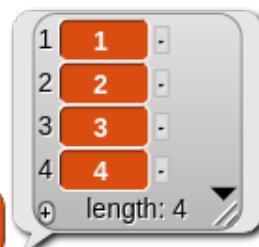
リスト操作用のブロックには要素にリストを含むリストには対応していないものもあります。

その場合、rank が 1 以外は受け付けないというような使い方がありそうです。

4.6.2 flatten of ()

rank 2 以上のリストを rank 1 に整形してリポートします。

flatten of list 1 list 2 list 3 4



4.6.3 columns of () 転置行列

リストの行と列を入れ替えた転置行列をリポートします。

set **aList** to reshape numbers from 1 to 12 to 4 3

aList

	A	B	C
1	1	2	3
2	4	5	6
3	7	8	9
4	10	11	12

columns ▾ of aList

	A	B	C	D
1	1	4	7	10
2	2	5	8	11
3	3	6	9	12

4.6.4 uniqueness of ()

リスト中の同じ要素を削除してリポートします。

頻度順になるようです。

uniques ▾ of list 1 2 2 3 3 3 ↵

1	3	-
2	2	-
3	1	-
+ length: 3		▼

4.6.5 distribution of ()

distribution はリストの構成要素の配分をリポートします。次の場合、頻度順に c は 3 個、b は 2 個、a は 1 個という結果になります。

distribution ▾ of list a b b c c c ↵

	A	B
1	c	3
2	b	2
3	a	1

4.6.6 sorted of ()

リストの要素を整列してリポートします。

数値は後方になるようです。

sorted ▾ of list 2 5 1 e a c ↵

1	a	-
2	c	-
3	e	-
4	1	-
5	2	-
6	5	-
+ length: 6		▼

4.6.7 shuffled of ()

リストの要素をシャフルしてリポートします。

shuffled ▾ of numbers from 1 to 5

1	3	-
2	5	-
3	1	-
4	4	-
5	2	-

(+) length: 5

4.6.8 reverse of ()

リストの要素を逆順にしてリポートします。

reverse ▾ of numbers from 1 to 5

1	5	-
2	4	-
3	3	-
4	2	-
5	1	-

(+) length: 5

4.6.9 text of ()

リストの要素を空白を間に入れた文字列としてリポートします。

text ▾ of numbers from 1 to 5

join input list: numbers from 1 to 5

12345

4.6.10 lines of ()

リストの要素を文字列行としてリポートします。

これが使えるのは rank 1 のリストです。

lines ▾ of list abc def ↵

abc
def

lines ▾ of list abc list def ↵ ghi ↵

Hmm...
unable to convert to lines

4.6.11 csv of ()

リストの要素を csv (comma-separated values) 形式でリポートします。

これをファイルに書き出すと表計算ソフトやスクリプト言語などで利用できます。これが使えるのは rank 1 か 2 のリストです。



4.6.12 json of ()

リストの要素を json (JavaScript Object Notation) 形式でリポートします。

rank 3 のリストにはこちらを使うことになります。



4.7 リストの演算

Snap! では、APL 言語の機能を取り入れているために for ループや map を使わなくてもリストの各要素に演算を施すことができます。(R や Julia などの言語でも可能です。)



numbers from 1 to 3 × 0 + 1

length: 3

リスト同士で演算をすることもできます。いずれも同じインデックスの要素同士を演算します。
要素数が合わない場合は対応する部分だけで行います。

list [1 2 3] + list [1 2 3]

length: 3

list [1 2 3] × list [1 2 3]

length: 3

list [1 2 3] + list [1 2]

length: 2

list [1 2 3] × list [1 2]

length: 2

リストに文字列の各要素を入れることもできます。

letter 1 of world

length: 5

split world by []

length: 5

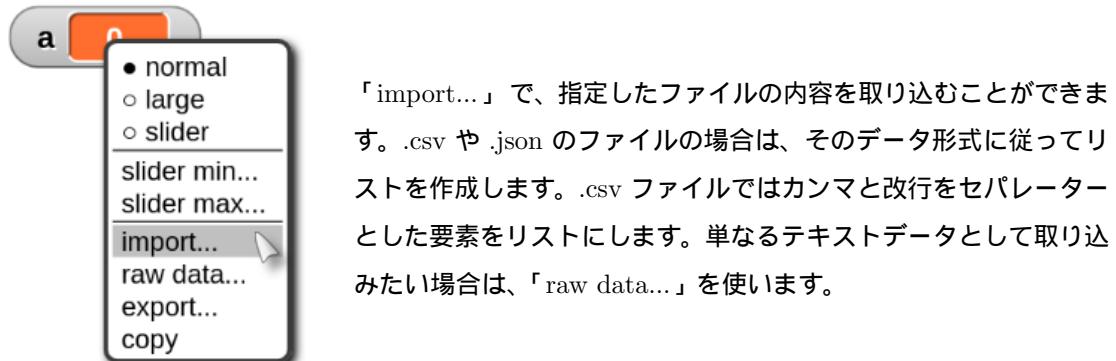
letter numbers from 1 to length of text world of world

length: 5

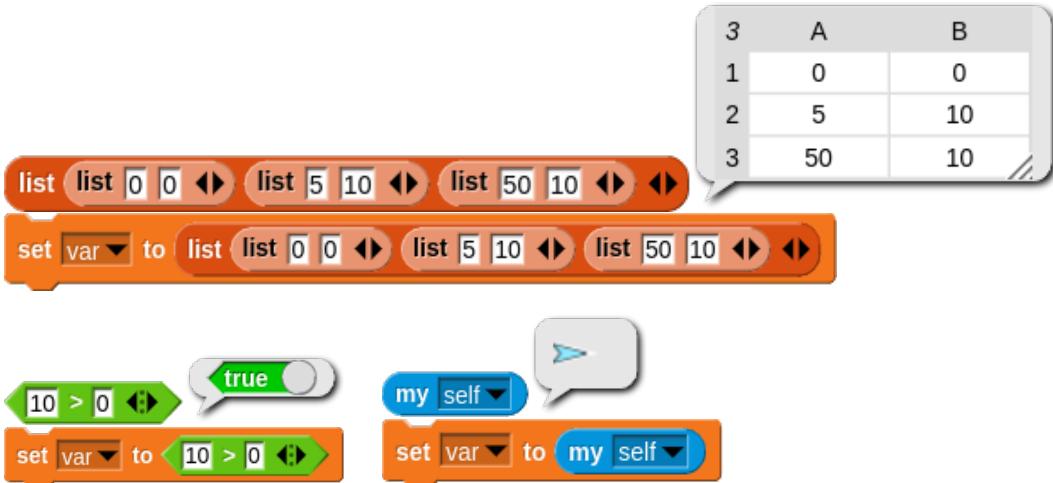


4.8 変数に入れられるもの

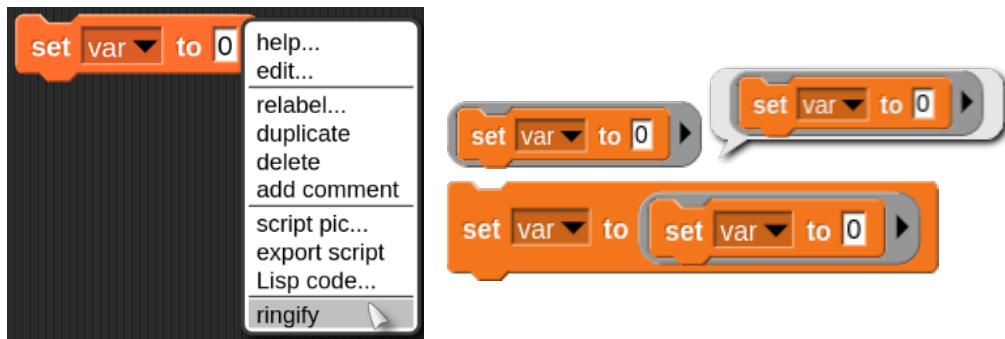
変数には、set ブロックで値を入れられますが、変数ウォッチャーの枠の部分を右クリックすると出てくるメニューから値をインポートすることができます。



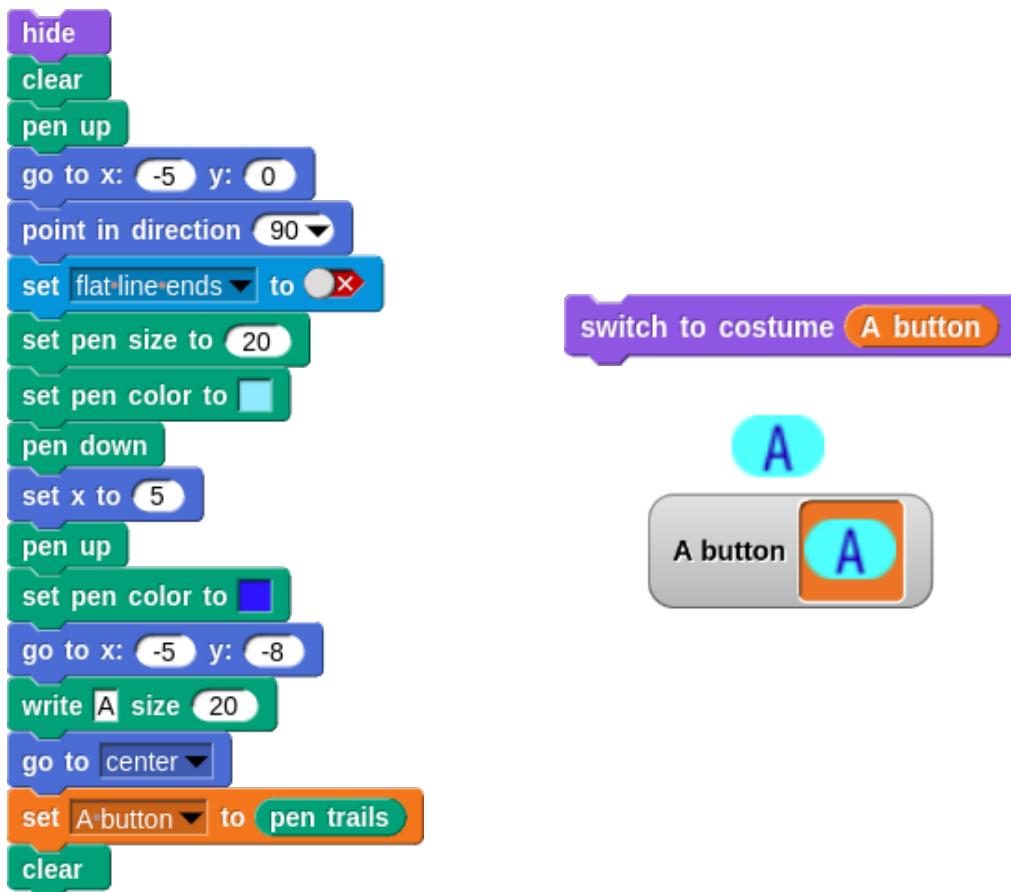
Snap! の変数には、値をリポートするものを入れられます。



ブロックをリングに入れてやるとリポーターブロックにすることができます。ブロックそのものをリポートするものです。対象のブロックのところで右クリックしてメニューから ringify を選べばリングで囲むことができます。リングを外すには unringify をクリックします。



次のスクリプトは、ステージに pen でボタンを描いてその軌跡を変数にセットします。そして、それを switch to costume でコスチュームにします。これはコスチュームに文字をセットする1つの方法です。なお、描き終わりの座標がコスチューム、スプライトの中心になるので go to center を入れて調整しています。

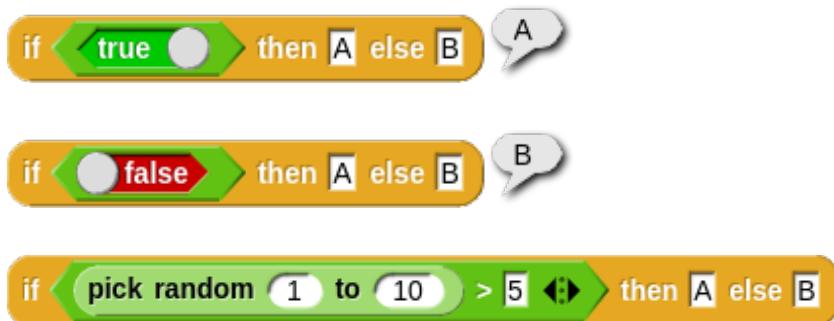


5 Control 制御

Snap! で使用できる制御ブロックについて。

5.1 リポーターの if < > then () else ()

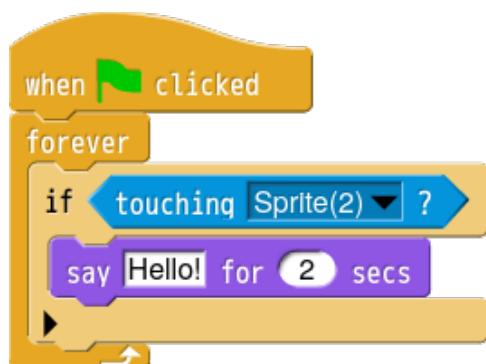
if < > then () else () 制御ブロックは六角形の条件判断ブロックが true か false かによりどちらかのスクリプトを実行しますが、リポーターブロックは条件判断ブロックが true か false によりどちらかの値をリポートします。



5.2 when ()

when [] はずっとチェックを続け、指定された条件ブロックが True 真になると実行します。 when [touching [] ?]

Sprite, Sprite(2) の二つのスクリプトがあって Sprite(2) が Sprite に触れた時に何かをさせる場合、次のようなやり方があります。



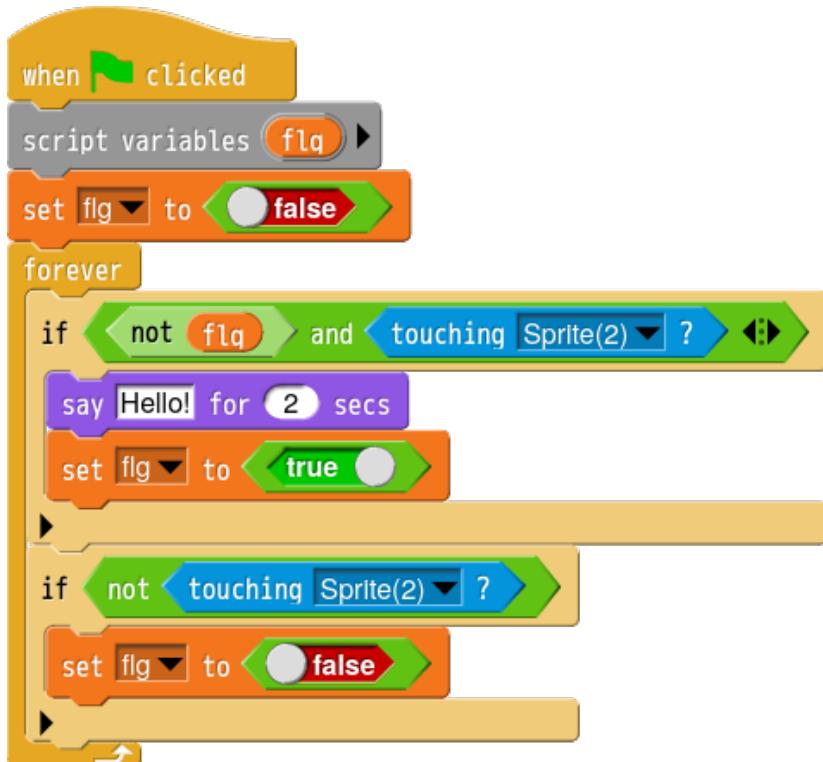
この場合は、触れている間ずっと say が実行されます。

これに対して when を使うと、

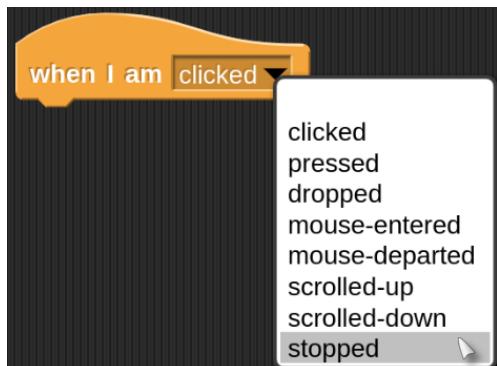


触れた時 1 回だけ実行されます。離してまた触れれば実行されます。

これは次のスクリプトと同じ動作です。

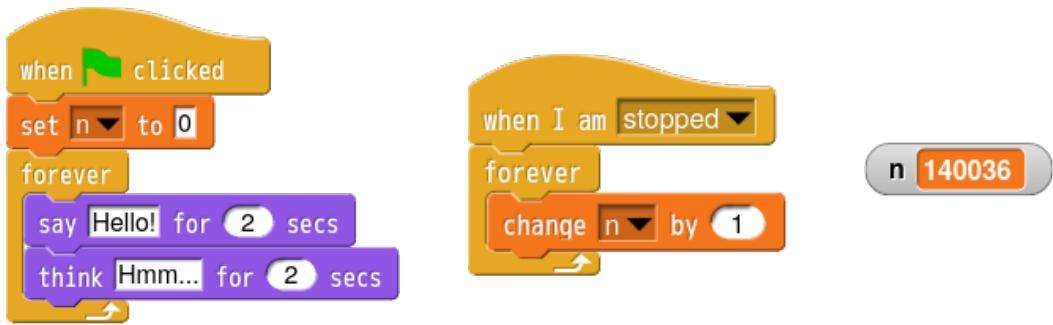


5.3 stop ボタンがクリックされた時の終了処理



このブロックで stopped を使用すると のボタンがクリックされた時の処理をすることができます。たとえば、接続されているロボットのモーターを止めるなどです。

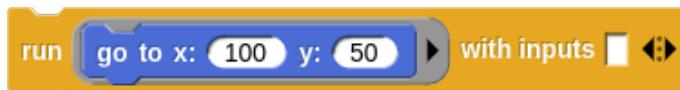
次のスクリプトで動作の確認ができます。変数 n を作成して下さい。けっこうな回数 n のカウント（スクリプトの実行）ができるようです。つまり、十分接続機器の終了制御などができるそうです。



5.4 run ブロック

run や call を使うと指定したブロックを実行することができます。これは定義されたブロック内で、引数で渡されたブロックを実行する時などに使用されます。 のように。

たとえば、 で指定の位置に移動します。run ブロックの右端に右向きの三角があります。これをクリックすると、



のようになります。go to x: y: の各入力スロットを空にして、



を実行すると、x と y 両方の入力スロットに 10 が指定されたものとして実行されます。with inputs の入力が 1 個だった場合は、その値がすべての空入力スロットの値になります。右向きの三角をもう一度クリックして入力スロットを追加します。すると、with inputs の入力スロットの値でそれぞれ x y の値を指定できるようになります。



左右の三角のところにリストを持っていくとリストで入力を指定できるようになります。三角のところに近づけると、警告するように赤くなりますが、かまわずにドロップするとセットされます。



with inputs だったのが input list: に変わりました。

5.5 call ブロック

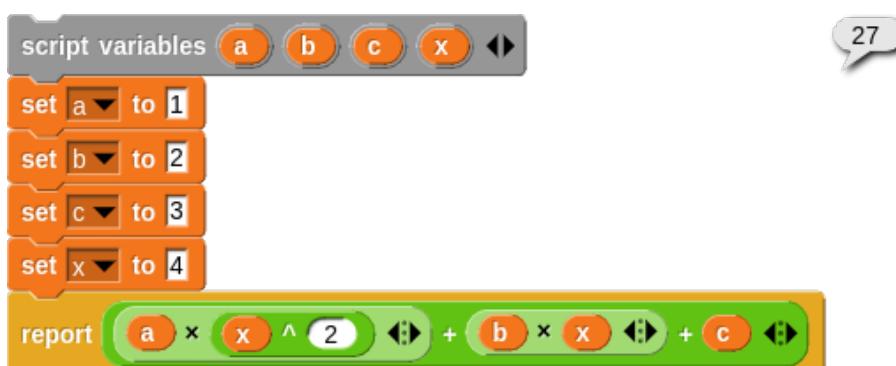
run ブロックに入れられるのが値をリポートしないスクリプトブロックだったのに対して、call ブロックに入れられるのは、実行または評価することによって何らかの値または true か false をリポートするブロックです。call ブロックは、得られた値をリポートします。



call ブロックを使ってちょっとした関数のようなもの（入力に対応する値を返すブロック）が作れます。ブロックを定義するまでもないものなら、これで間に合います。

たとえば、 $ax^2 + bx + c$ の式で、x や a、b、c の値を指定して計算結果を求めてみます。

この式をブロックにすると、 で表され、スクリプトで確かめられるようにするところになります。



変数の入力スロットを空にして、式をリングで囲みます。



リングの端の三角をクリックしてフォーマルパラメータを出します。

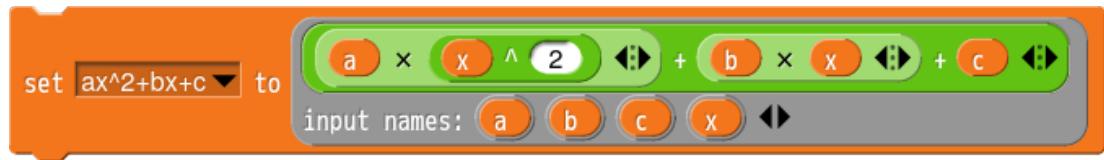


フォーマルパラメータは、クリックして変数名を a、b、c、x に変更します。

それを式の入力スロットに入れれば、call を使った無名関数（ラムダ関数）になります。with inputs で、順にそれぞれの変数の値を指定します。



このリングを変数に入れてやれば定義ブロックのようにも使えます。



a = 2, b = 1 の時に とすると変数 pred は次のようにになります。



pred にはその時点の a, b の値でテストした結果の true がセットされているだけなので次のようにしても pred の値は変わりません。



とすることによって、テストを行うことができます。



run や call ブロックは、ユーザー定義ブロックなどで入力されたブロックを実行したり値を求めるために使用されます。

5.6 launch ブロック

launch ブロックは指定されたスクリプトを並列で実行するものです。

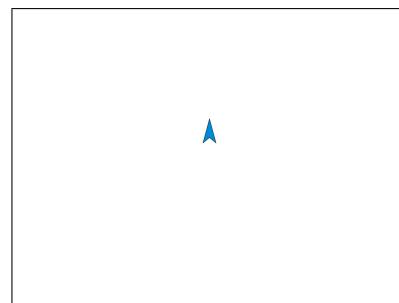
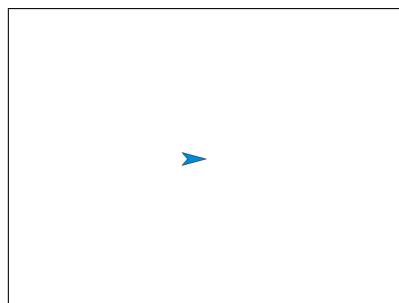
1 個のスプライトに対して、回転させるスクリプトと、角度が上（0 度）の時にジャンプさせるスクリプトを並列で実行してみます。

並列実行は、普通次のようにして 2 つのスクリプトを同時に実行します。



左のスクリプトで、ずっと回転させる動作を行います。

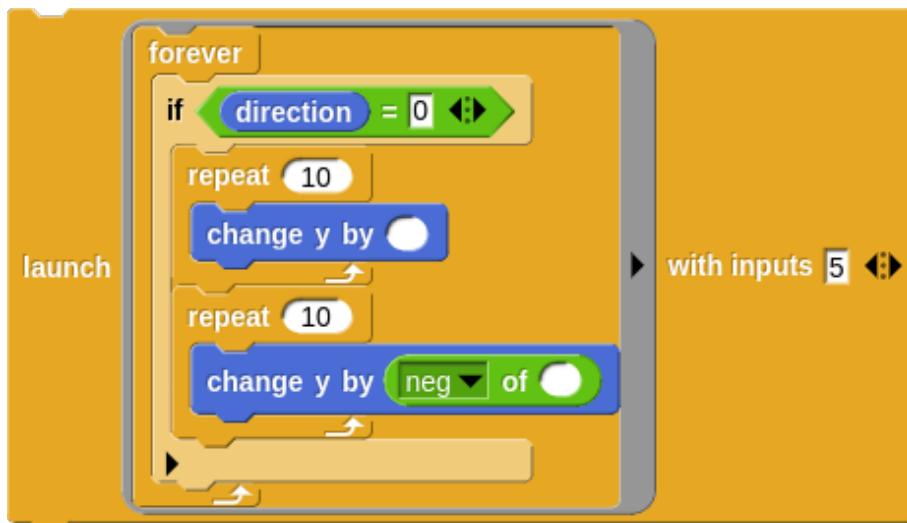
右のスクリプトで、上を向いた時だけジャンプする動作を行います。



launch を使うことで 1 つのスクリプトで実行することができます。



launch の右端の右向き三角をクリックすると、入力値を設定することができます。y の値の設定を空（空白ではなく）にして、入力値をひとつだけ設定すると、その入力値がすべての空の部分の値になります。



2 個以上の入力値を設定する場合、空の入力スロットの個数と合わせる必要があります。

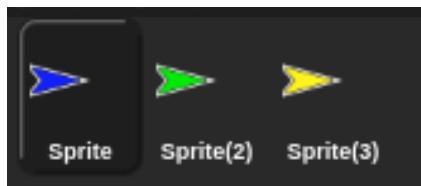


この場合は、リングではフォーマルパラメータが使えるので、次のようにすることができます。リング、灰色の部分の右端の三角をクリックして外側の入力 (10, 5) の個数と同じ個数の変数を用意します。対応する位置に目的の変数を置きます。



フォーマルパラメータの変数名を変更するとスクリプトが分かりやすくなります。この with inputs とフォーマルパラメータの利用法は launch だけでなく、他の with inputs を持つブロックで使えます。

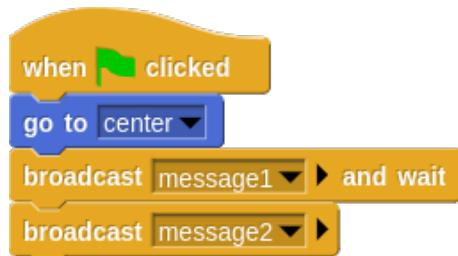
5.7 broadcast ブロック, tell to ブロック, request ブロック



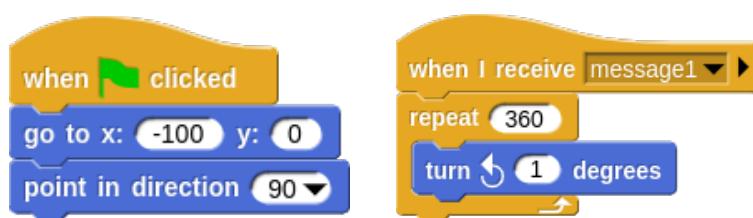
次はスプライトを 3 個使います。 を用意してください。

Sprite から司令を出して Sprite(2) と Sprite(3) を順番に動かします。 broadcast を使うと次のようになります。

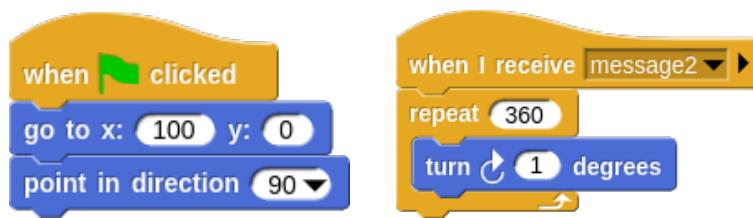
Sprite 用



Sprite(2) 用



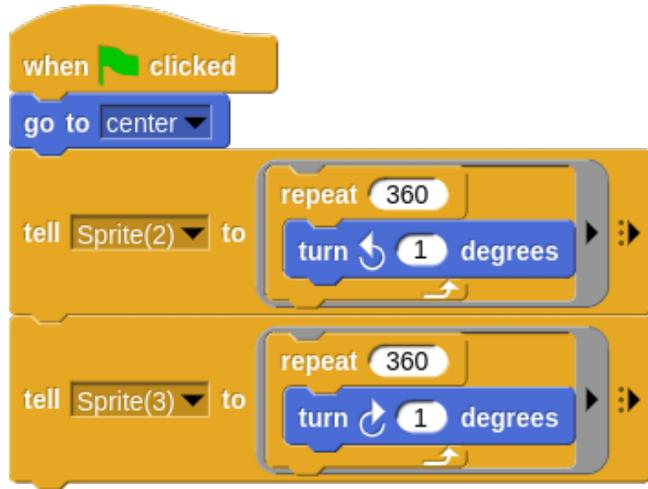
Sprite(3) 用



broadcast and wait ブロックは、メッセージを受け取ったがわの when I receive で指定されたスクリプトの実行が終わるまで待ちます。

tell [] to [] のブロックを使用すると broadcast を使わなくても Sprite から Sprite(2), Sprite(3) を直接操作することができます。

Sprite 用

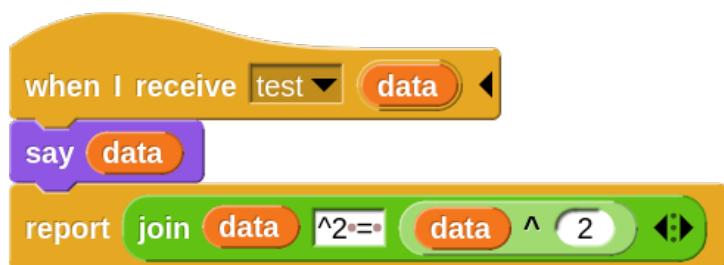


ver. 1.1 から broadcast and wait の機能を持つ request ブロックが追加されました。メッセージを受け取った側で値を返し、送信した側ではそれを受け取ることができます。

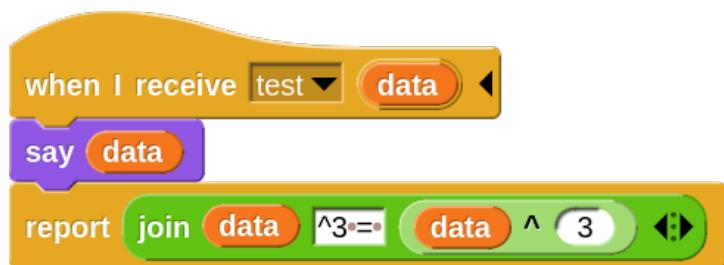
Sprite 用 (すべてのスプライトに対して 5 をデータとしてメッセージを送ります。)

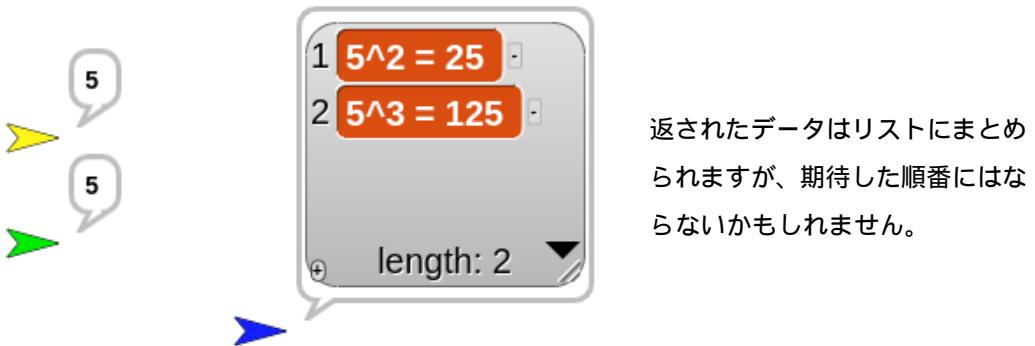


Sprite(2) 用 (受け取ったデータを 2 乗して返します。)



Sprite(3) 用 (受け取ったデータを 3 乗して返します。)





5.8 pipe

Unix 系の OS では、プログラムで処理したデータの出力を別のプログラムが入力として受け取つて別な処理をして出力する pipe (パイプ) というデータのリレーのようなことが行われます。

で Snap! マニュアル ver.8 冒頭部分の単語数を数えてみます。

We have been extremely lucky in our mentors. Jens cut his teeth in the company of the Smalltalk pioneers: Alan Kay, Dan Ingalls, and the rest of the gang who invented personal computing and object oriented programming in the great days of Xerox PARC. He worked with John Maloney, of the MIT Scratch Team, who developed the Morphic graphics framework that's still at the heart of Snap!.

"We have been ~ at the heart of Snap!." をコピーしてエディターで "SnapText.txt" という名前で保存します。それをスクリプトエリアにドロップすると、SnapText という変数が作成されます。変数 SnapText は文字列をリポートします。文章から単語に分解するには です。リストの要素数を求めるには です。順番に実行してみてください。

67 受け取った値は指定のスロットに入って処理されます。

6 プロックを作成する

Scratch のユーザー定義ブロックはある動作をするスクリプトに引数を渡せるようにして汎用的にしたものでした。ですが、定義内のローカル変数は使えず、値をリポートすることもできないので使いづらい面があります。Snap! は、Build Your Own Blocks と銘打っているようにいろいろなカスタムブロック（ユーザー定義ブロック）が作れるようになっています。

6.1 定数の作成

一般的なプログラミング言語では値が変更されない定数を定義することができます。Scratch では、変数で代用するしかありませんでした。



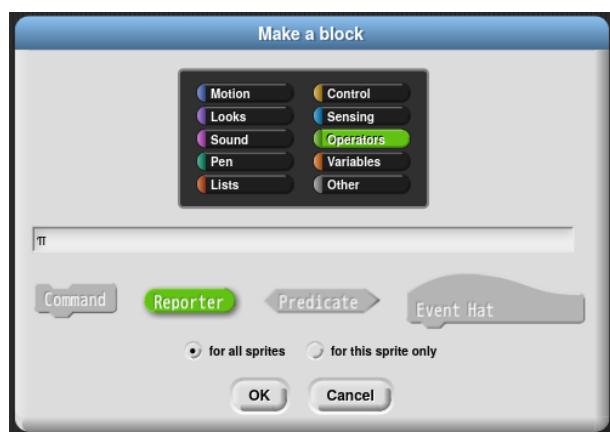
変数は変更されることを前提としているものなので定数として使用するのは好ましくないことはあります。 π は良いとしても e などは普通の変数と思われてしまいそうです。

Snap! ではリポーターブロックを作成できるので、正しく定数を作成することができます。

ブロックを作成するには、パレットエリア内にある  、



Motion のパレットエリアにある作成ボタンをクリックすると Motion カテゴリーのブロックしか作れないというわけではないので、どれを使って始めてかまいません。設定用のウィンドウが現れます。選択できるカテゴリーには Other がありますが、 をクリックしてメニューから New category... を選択すると、独自のカテゴリーを作成してパレットに追加することができます。パレットの色も指定できます。



パレットのカテゴリーを選択するボタンや、新しいブロックの名前を入れる欄、ブロックの機能の種類を選択するボタン、このブロックをこのスプライトだけの機能にするかのボタンがあります。カテゴリーで Other 「その他」というものを選ぶと、置き場所は Variables のところになります。Command は、値をリポートしないブロックです。Reporter は、ブロック内で設定した値をリポートします。Predicate は、述語と訳されます。true か false をリポートします。Event Hat はなんらかのイベント発生用です。(90 ページ参照) それぞれの形が、できたブロックの使われ方を示しています。ブロック名入力欄に π を入れて、上の欄でボタン Operators を、下の段で Reporter を選択してください。Operators を選択することはパレットの種類を決めることであり、置き場所を決めることもあります。

Ok をクリックするとブロックエディターが表示されます。



定義の先頭の $+ \pi +$ の部分をプロトタイプといいます。ここを左クリックするとブロックのカテゴリーを変更することができます。

Make a block のところで Reporter を選択したのであらかじめ report ブロックが配置されています。

report ブロックに π の値を設定して OK をクリックすると、単に π の値をリポートするブロックができます。パレットエリアに作成したブロックが表示されます。



同じように e も作成することができます。



6.2 () () ブロック

引数を使用する例として() ()のブロックを作成してみます。11ページで示したように \geq ブロックがあるので必要ないですが、最初の練習としては適切です。

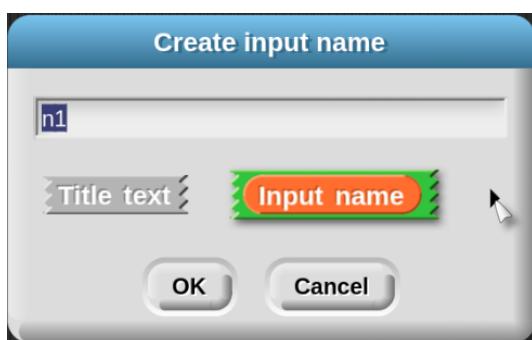


ブロック名入力欄に「」を入れて（全角文字「きごう」とか「だいなりいこーる」で変換できます）、上の欄でボタン Operators を、下の段で Predicate を選択してください。プリミティブの「>」ブロックと同じになります。Predicate は形から分かるように、Control コントロールブロックの条件式のところなどで使用されて true または false を返すためのものです。

Ok をクリックするとブロックエディターが表示されます。



「」の左側の + ボタンをクリックしてください。



すると、入力ウィンドウが出ます。左側に Title text、右側に Input name のボタンがあります。ブロックに表示される文字列を指定する時には Title text をクリックして文字列を設定します。ブロックを使用する時にデータを受け取るための変数を指定する時には Input name で設定します。

今は変数を指定するので Input name を選択します。入力欄に n1 を入れてから右にある小さな三角をクリックしてください。すると、次の窓が表示されます。



現在は Any type が選択されています。Any つまり数値でも文字でも受け付けるタイプです。このままでいいのですが、あえて Number にしてみます。これは数値しか受け付けないタイプです。Any type を選んだ場合は、変数の表記に「#」が付かないだけで以下の操作は同じです。もう一つ、下の方に Single input. Default Value: [text input field] が出ます。ここで入力の初期値が設定できるのですが、この場合は関係ないのでこのままにしておきます。OK をクリックして次に進んでください。

右側の + ボタンをクリックして、同じように n2 の設定をしてください。



パレットエリアからブロックを持ってきて完成させてください。



report は値をリポートする（返す）ためのブロックです。この場合は式の結果により真理値、true か false をリポートすることになります。apply をクリックしてください。

パレットエリアに がセットされます。



正しい値をリポートしないならばスクリプトを見直してください。正常ならば OK をクリックして終了です。



ブロックを右クリックすると、edit... で下記のように内容の編集ができます。
export block definition をクリックすると、このブロック定義だけをファイルに書き出すことができます。



変数 n1# を左クリックすると、変数名や設定の変更をすることができます。

 を使ってステップ実行する場合に、作成したブロックの内部をステップ実行させたければ
 オンにしてからそのブロックをブロックエディターで表示させておく必要があります。順序が逆だとそのブロック内のステップ実行はされません。(86 ページ参照)

6.3 help 説明文の作成

プロトタイプの部分にコメントを付けると、そのコメントの内容が定義ブロックの help で表示されます。普通のブロックの場合はブロックのところで右クリックして add comment をしますが、プロトタイプではブロック定義の背景の部分で右クリックして add comment をします。作成したコメントをプロトタイプの部分に持っていくと、ハロが出るのでドロップします。

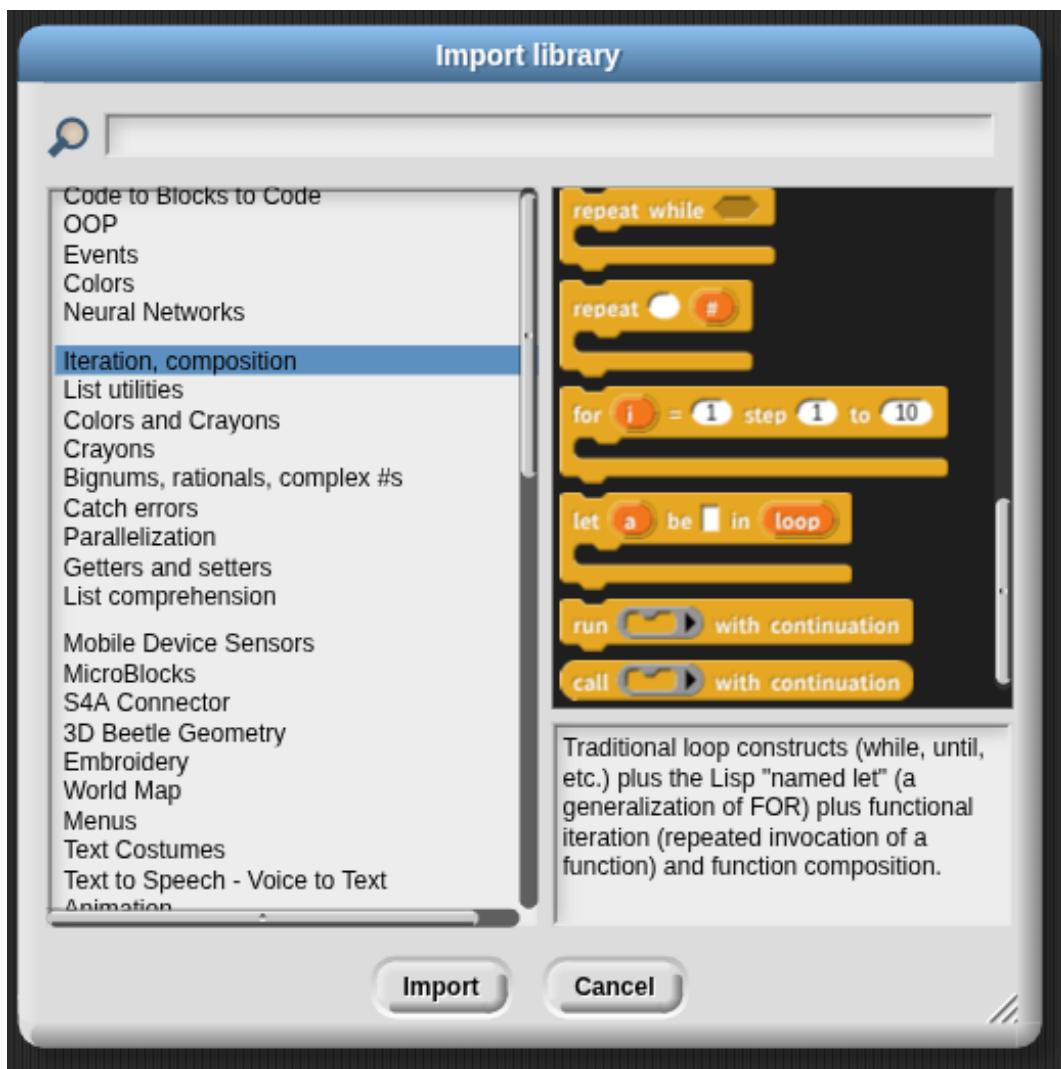


6.4 for (i) = (start) to (end) step (step)

 Snap! には  ブロックがありますが、増減分が指定できるものも Libraries から追加できます。
 をクリックします。



Libraries... をクリックします。Iteration, composition をクリックして内容を確かめてから Import すれば追加できます。



そうすると、パレットエリアの Control コントロール のところの Make a block の下に追加されたブロックが表示されます。



を右クリックして、edit...
で中身を見てみます。



このスクリプトにしたがって、 $\text{my for } (i) = (\text{start}) \text{ to } (\text{end}) \text{ step } (\text{step})$ という増加部分の位置
が違うだけのブロックを作成してみます。

まずは、スクリプトエリアで for ブロックの動作を確認しながら組み立ててみます。

i が増加していく場合です。



start, end, step, i の変数をスクリプト変数を使い で作ってみます。

```

script variables i start end step
set start to 1
set end to 5
set step to 1
set i to start
repeat until (i > end)
  say (i) for (1) secs
  change i by step
end

```

start を 5、end を 1、step を -1 にすると、 $5 > 1$ で、 $i > end$ の終了条件を満たしてしまうので実行されません。減少カウントにする場合は、終了条件を $i < end$ にして

```

script variables i start end step
set start to 5
set end to 1
set step to -1
set i to start
repeat until (i < end)
  say (i) for (1) secs
  change i by step
end

```

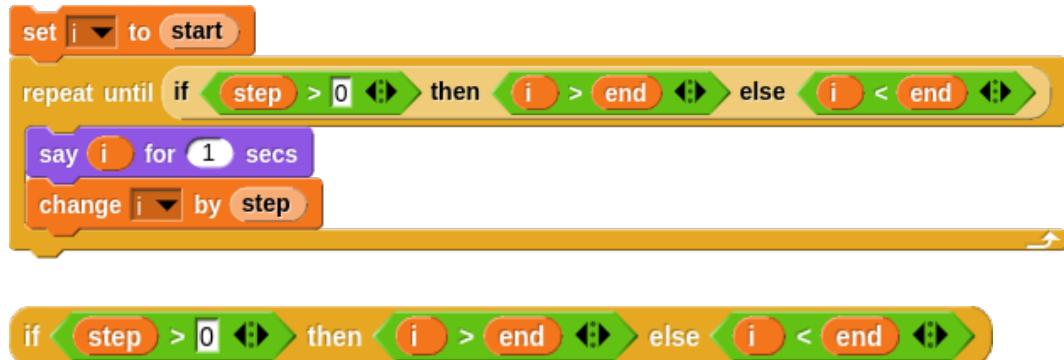
のようにしなければなりません。

増加でも減少でも対応させると、for ループは次のようにになります。

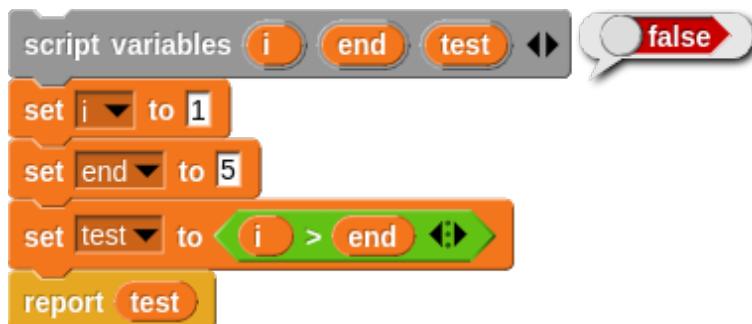
上記スクリプトから `set i to start` 以降を表示します。



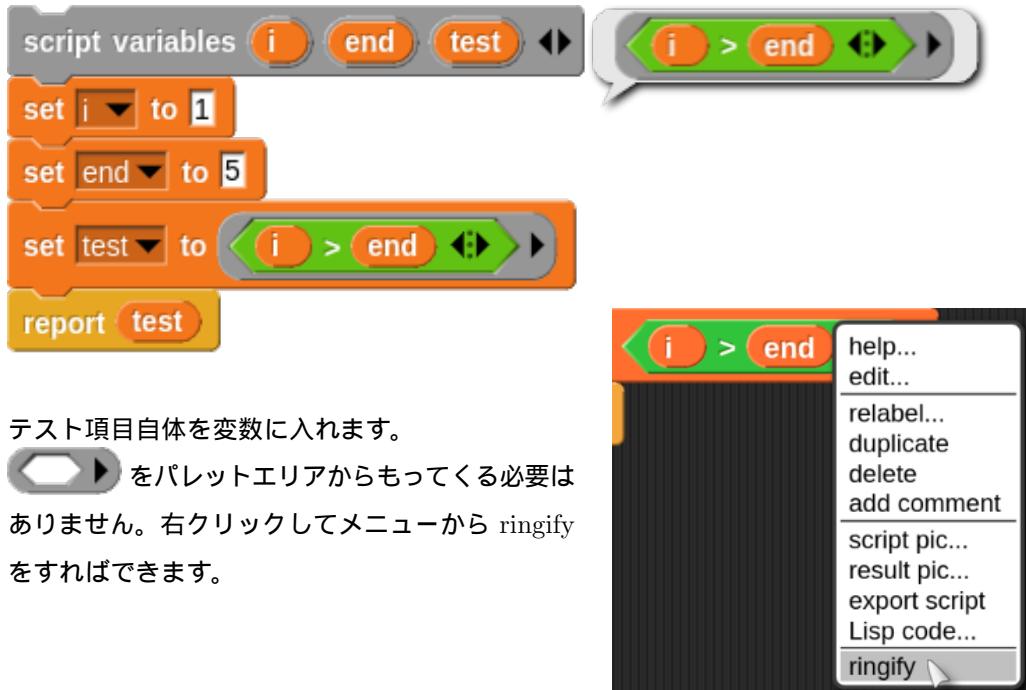
ループのテスト部分をまとめると次のようにすることができます。



の部分で、step の値によって `i > end` か `i < end` がテストされるわけです。ループに入る前にどちらのテストをするべきかは決まっているので変数に設定できればいいのですが、次のようにすると、その時点の i の値でテスト値が設定されてしまいます。つまり、 $1 > 5$ なので、false です。



ループしている中で変化する i の値に対してテストする必要があります。そこで使用される機能がリングです。



テスト項目自体を変数に入れます。
[loop control block] をパレットエリアからもってくる必要はありません。右クリックしてメニューから ringify をすればできます。

これを for ループに使用します。



これが Libraries の for ループの内容です。

ところで、このままではちょっと問題があります。増分が 0 の場合に無限ループになってしまう

のです。増分が 0 のだからそれでいいと考えることもできますが、無限ループになるのは嫌です。増分が 0 の場合には何もしないで終わるか、1 回だけ実行するかの選択がありますが、my for では何もしないで終わるようにします。

それでは、いよいよブロックエディターで作成していきます。

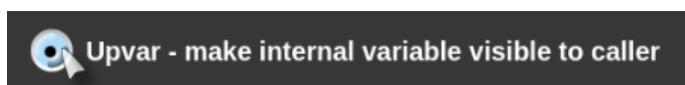
ブロックエディターを開いてから、Control, Command を選択して、my for と入力して OK で次に進んでください。



「+」をクリックして、変数 i の設定をします。



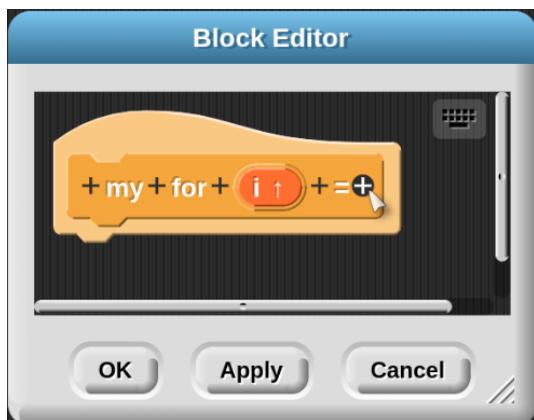
変数 i は、for ループの中にドラッグ&ドロップして使用できる特別な変数です。Upvar オプションを選択します。すると、自動的に Number や Any type のオプションはクリアされます。



(68 ページ参照)



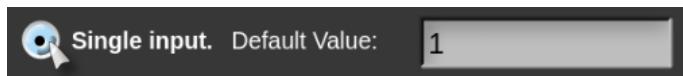
変数 i のところに Upvar を示す「↑」が表示されます。続けて、「+」をクリックして、「=」を、Title text として入力してください。



続いて、「+」をクリックして、変数 start を設定します。



オプションとして、 Number 、数値入力限定で、



規定値を 1 に設定します。

続いて、「+」をクリックして、



「to」を、Title textとして入力してください。



続いて、「+」をクリックして、



変数 end を設定します。



オプションとして、、数値入力限定で、



規定値を 10 に設定します。

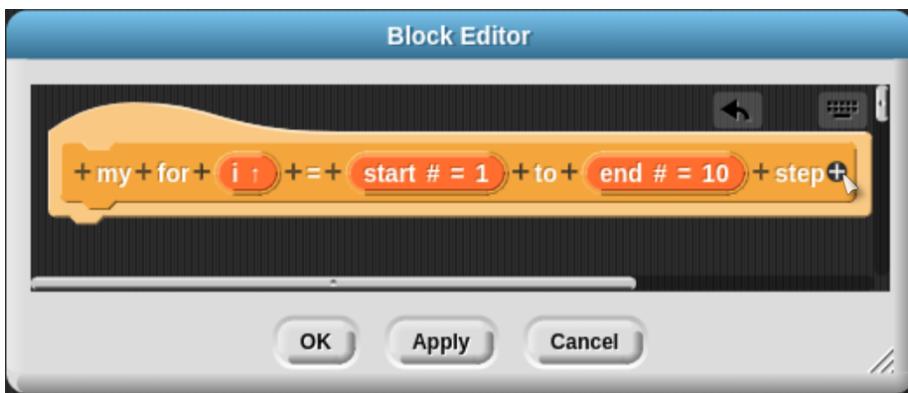
続いて、「+」をクリックして、



「step」を、Title text として入力してください。



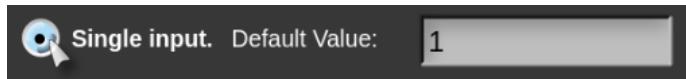
続いて、「+」をクリックして、



変数 step を設定します。

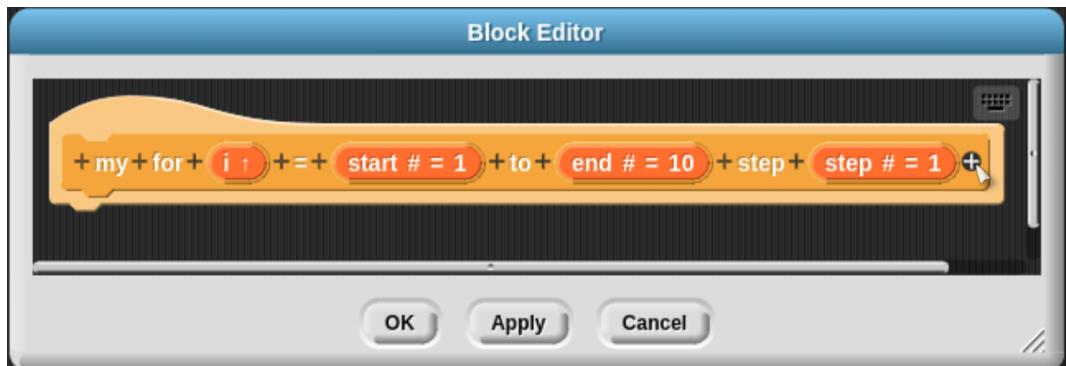


オプションとして、、数値入力限定で、



規定値を 1 に設定します。

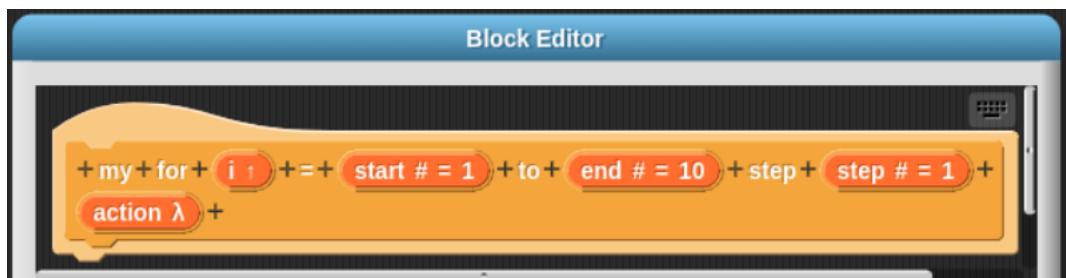
続いて、「+」をクリックして、



変数 action を設定します。



オプションとして、 を選択すると、自動的に がセットされます。(ループのマークのところにチェックを入れるとこれが表示されます。) これによって for ループ内で実行するスクリプトを受け取ります。



変数 action に特別なマークが付きました。

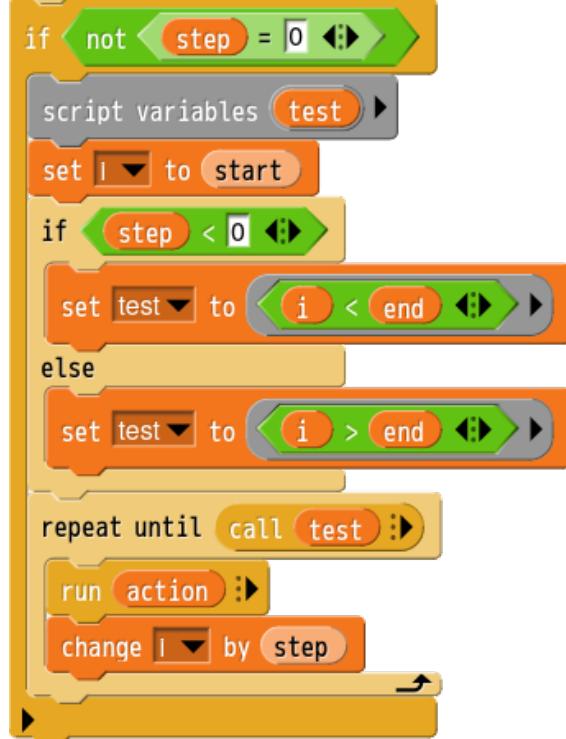
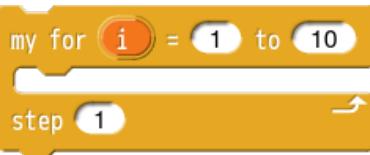
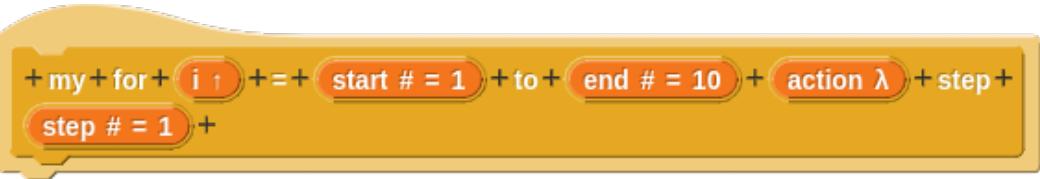
プロック定義の本体として、実験していた for ループのスクリプトを持ってきます。action で指定されたスクリプトを実行するプロックは run です。

で実験用のスクリプト を入れ替えます。

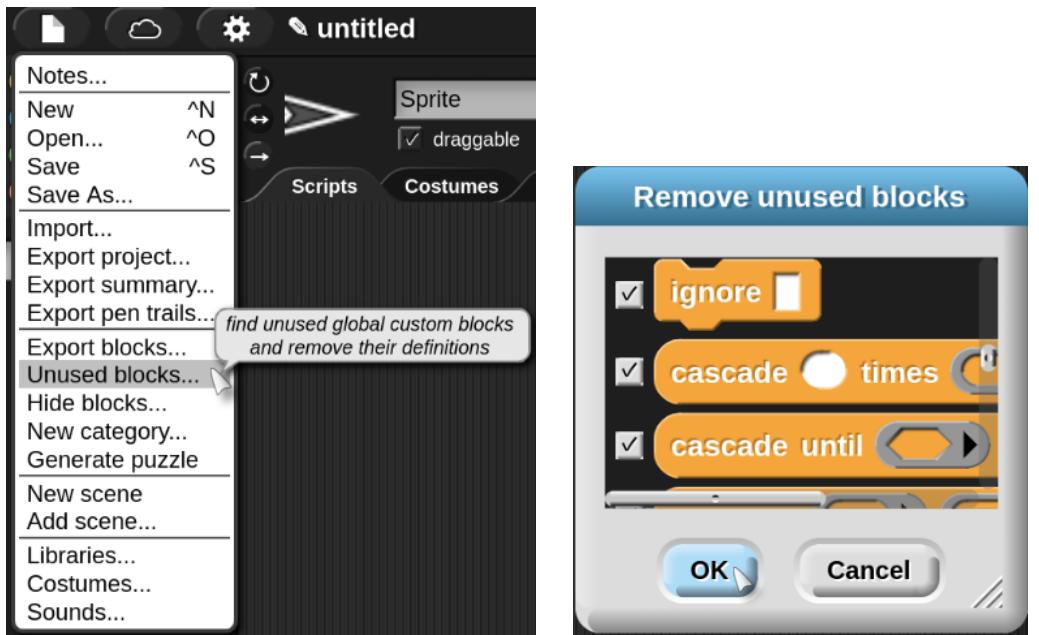
Apply するとパレットエリアに作成したプロックがセットされます。テストをしてみて問題がなければ OK をクリックしてブロックエディターを閉じてください。



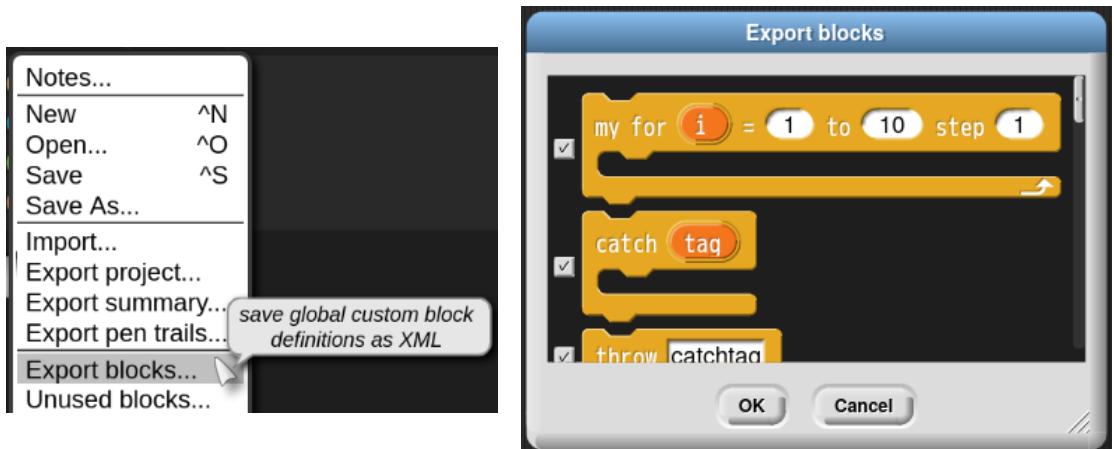
プロトタイプで step に関する部分 (step + step # = 1) を action の後ろに持ってくると次のようにすることができます。



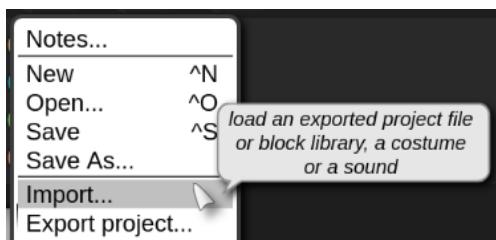
ところで、Libraries... からブロック定義をインポートしてプロジェクトを作成した場合に、普通に保存すると未使用的ブロック定義も含んだファイルになります。プロジェクトを公開する場合は、次のようにして未使用的ブロック定義を削除してファイルの容量を小さくしたほうがいいかもしれません。



自作した定義ブロックを他のプロジェクトで読み込んで利用できると便利です。定義ブロックだけをエクスポートしてやると可能になります。次のようにエクスポートするブロックが選択できます。不要なものはチェックを外します。



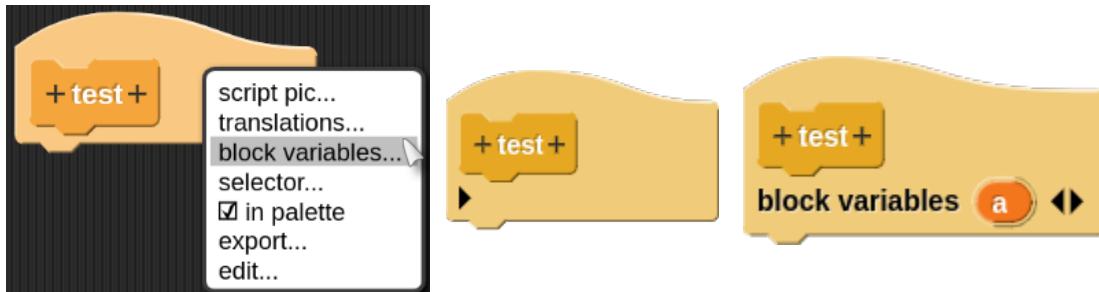
OK をクリックすると、ダウンロードフォルダに「????? blocks.xml」というファイル名で保存されます。????? のところにはプロジェクト名又は untitled が入ります。適宜リネームしてください。これを利用する時は、次のようにしてインポートすれば使用できるようになります。



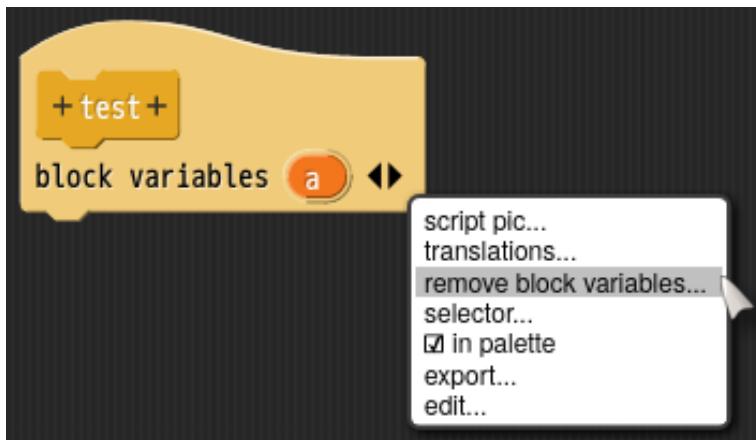
6.5 block variables

ブロックのプロトタイプのところで右クリックして、block variables オプションを選択すると、ブロック内変数を使用できるようになります。右向きの三角をクリックすると変数の作成で、左向きの三角をクリックすると削除です。リネームもできます。

スクリプト変数は script variables ブロック以降有効になりますが、block variables はその定義の先頭からブロック内だけで有効な変数になります。



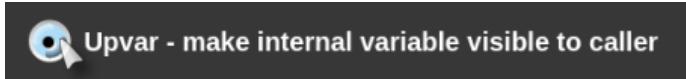
もしも変数が必要なくなった場合は、次のようにブロックのプロトタイプのところで右クリックすると remove block variables... で削除することができます。



この文書では紙面の都合でブロック内変数を使用していますが、基本的にはスクリプト変数を使用することをお薦めします。

6.6 Upvar 変数の設定

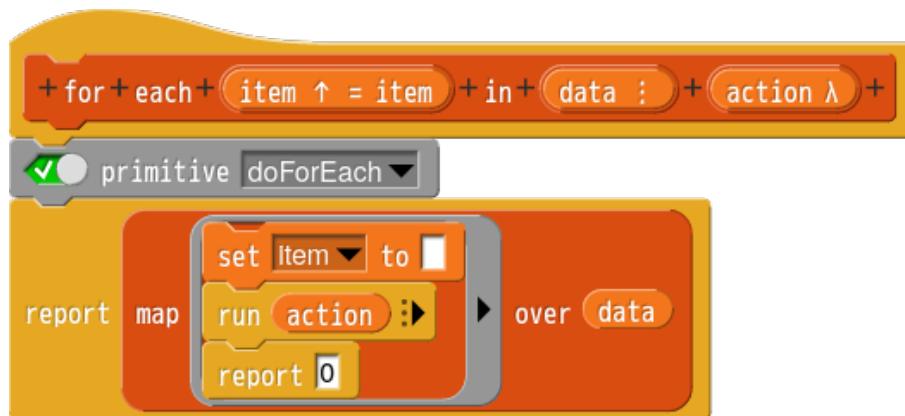
ブロック定義 プロトタイプ内に作成する入力変数は設定で Upvar 指定することで Upvar 変数になります。



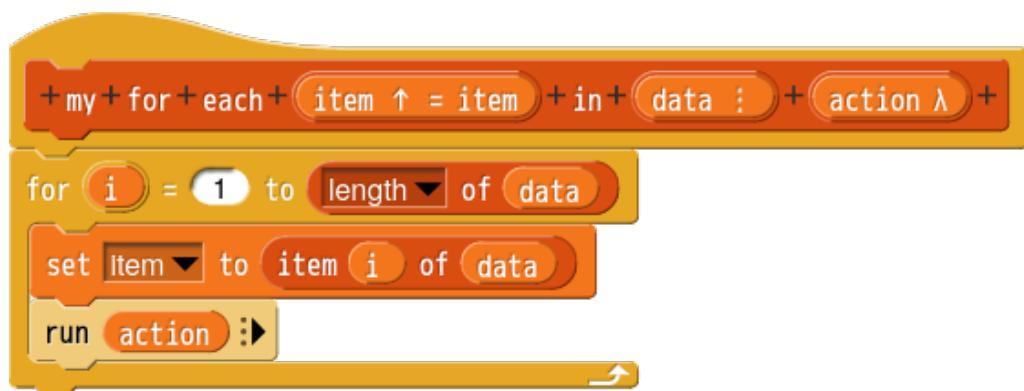
これだけでドラッグ&ドロップして使用できる特別な変数になります。自動的に Number や Any type のオプションはクリアされます。変数名は変更可能ですし、いくらでも取り出して使用できます。変数名のところに Upvar を示す「↑」が表示されます。

Upvar 変数はプロトタイプ内で変数の値を設定更新でき、その値を持った変数をスクリプトで使用します。for ループでは i の値を指定された範囲で 1 ずつ更新し、for each ループでは item にリストの全要素を順にセットします。

プリミティブの for each ブロックでは次のように map を使用しています。
map によってリストである data から各要素を item にセットしながら action を実行します。

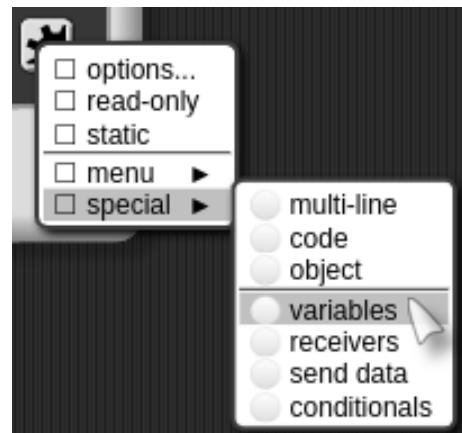


分かりやすいように for ブロックで作成してみます。ループ内で item に data の各要素をセットしながら指定された action を実行します。action は Command(C-shape) タイプです。



このように Upvar 変数は定義ブロック内で更新のような操作が可能な変数で、その変数使用時はその操作された値を利用するものです。

スクリプト変数のようにブロックから変数を取り出して利用できる仕組みがあります。こちらで作成すると Upvar 変数のようにブロック定義で値を操作することはできません。変数名も a からとスクリプト変数同様になります。

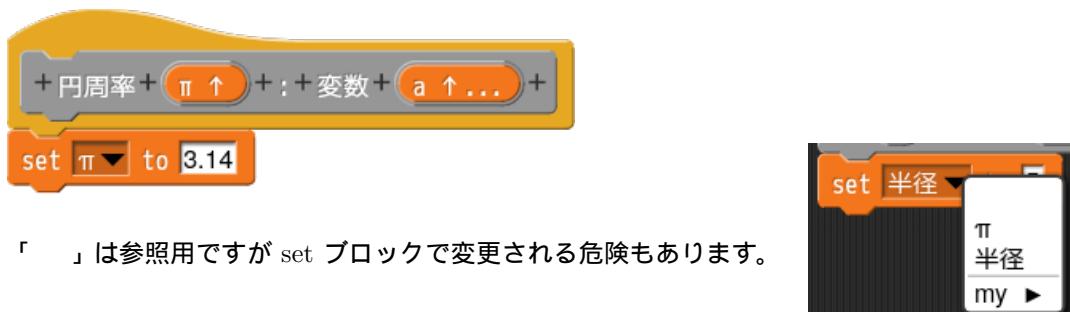


変数の設定で右下の歯車のようなアイコンをクリックすると右図のメニューが出るので、special から variables を指定します。変数名は変更もできますし、スクリプト変数と同じように増やせます。

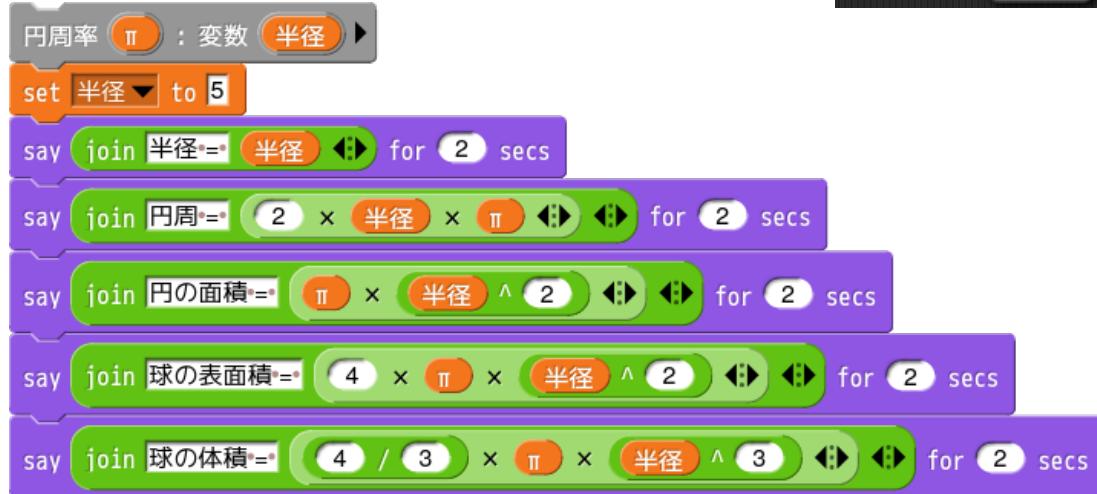
これを使用すると、script variables ブロックと同じものが作れてしまいます。



Upvar 変数を定数定義のように使ってみます。上記の variables 設定した変数も使用しています。



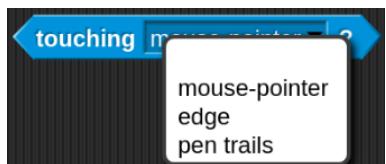
「」は参照用ですが set ブロックで変更される危険もあります。



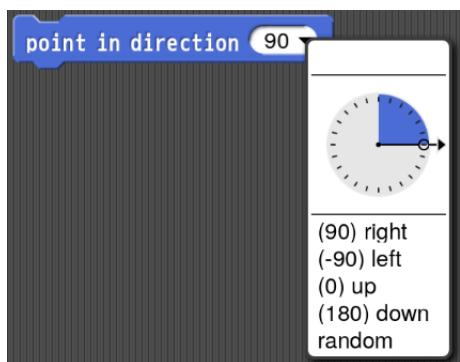
7 ブロック定義について

7.1 プルダウン入力

touching ブロックなどのように項目指定用のプルダウンメニューが設定されているものがあります。



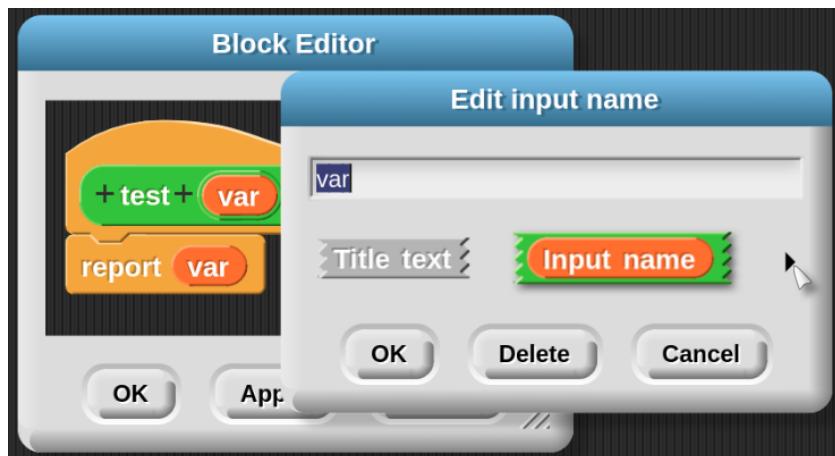
入力スロットに値をキーボードから入力することはできなくなっています。これは、後で出てくる read-only のオプションが指定されているためです。



point in direction ブロックへの入力のように、方向を示す針を動かしての指定や、直接数値を指定できたりするものもあります。touching ブロックと違い、白い入力スロットになっています。これは、ユーザーがプルダウンメニューを使用する代わりに任意の値を入力できることを意味しています。read-only のオプションが指定されていないために、このような仕様になります。

カスタムブロックにもこのようないろいろな入力方法の指定が可能です。ただし、ユーザーインターフェースは今後変更される可能性があります。

説明のために、test というブロックを作成します。

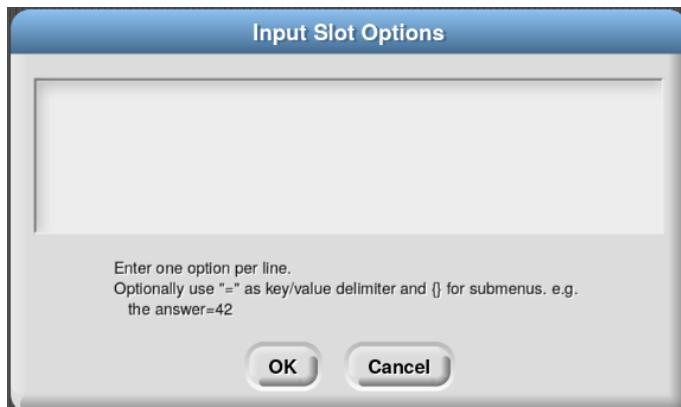


プルダウン入力を行うには、Input name の設定ダイアログを開きます。

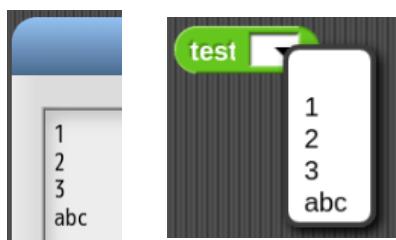
の var をクリックすると Edit input name のダイアログが開きますから、Input name の右側にある三角をクリックします。これで、大きな Edit input name のダイアログが開きます。ここの暗い灰色の領域で右クリックするか、ボタンをクリックします。すると、このようなメニューが表示されます。



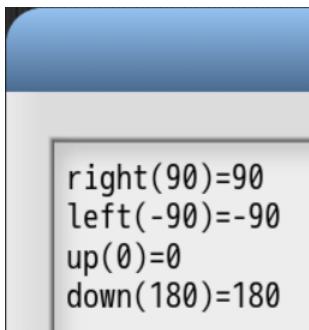
読み取り専用のプルダウン入力にしたい場合は、`read-only` チェックボックスをクリックします。
メニュー項目を設定するには、`options...` を選択し、このダイアログボックスを表示します。



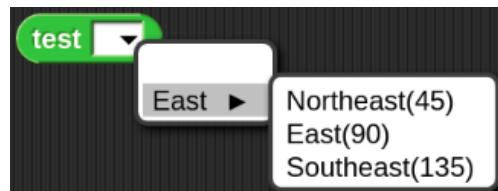
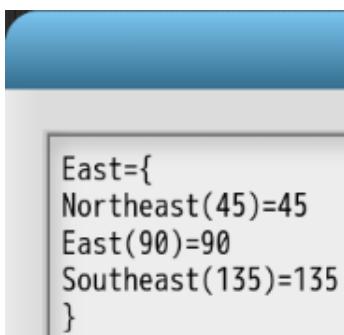
ここに各行にオプションを入れてプルダウンメニューを作っていきます。
左のように設定して、ブロックエディターを `Apply` すると、右のような結果になります。



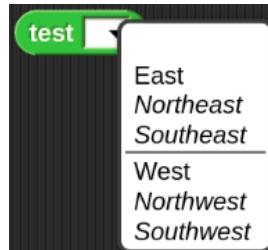
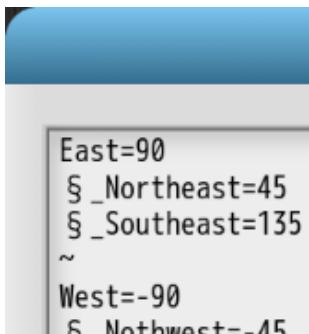
設定したものがそのまま表示され、クリックするとそれが入力値になります。
次のように、「=」で値を設定すると、メニューには「=」の左側の項目が表示されますが、クリックされると「=」の右側にある項目が入力値になります。



次のように、「 ={ 」で行を終えると、サブメニューを設定することができます。「 ={ 」の左側の項目はサブメニューの名前であり、メニューには「 ► 」を付けて表示されます。ここにマウスポインターを置くとその横にサブメニューが表示されます。「 } 」だけの行はサブメニューを終了させます。サブメニューは任意の深さまで入れ子にすることができます。



次のように、「 ~ 」チルダだけの行はセパレーター（水平線）になります。



項目の前に、「 §_ 」セクション記号とアンダースコア（アンダーバー）を置くと、シフトキーを押しながらクリックしないとプルダウンメニューに表示されなくなります。因みに、§ 記号は Windows OS の場合だと、Alt キーを押しながらテンキーから（通常の数字キーではなく）0167 と入力、Linux OS の場合だと、[Ctrl]+[Shift]+[u] を押してから、a7 を入力して [Enter] で出すことができます。a7 は 0167 の十六進数コードです。OS を問わず、日本語入力モードで「せくしょん」または「きごう」と入力して変換して出すこともできます。

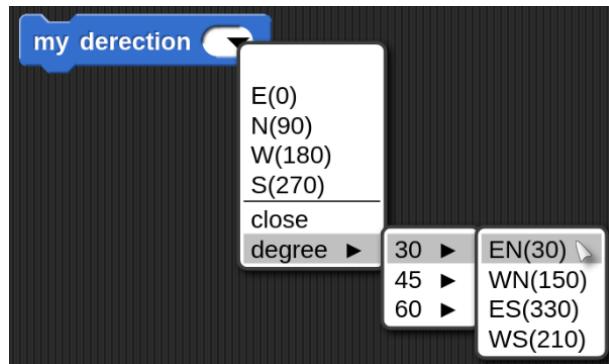
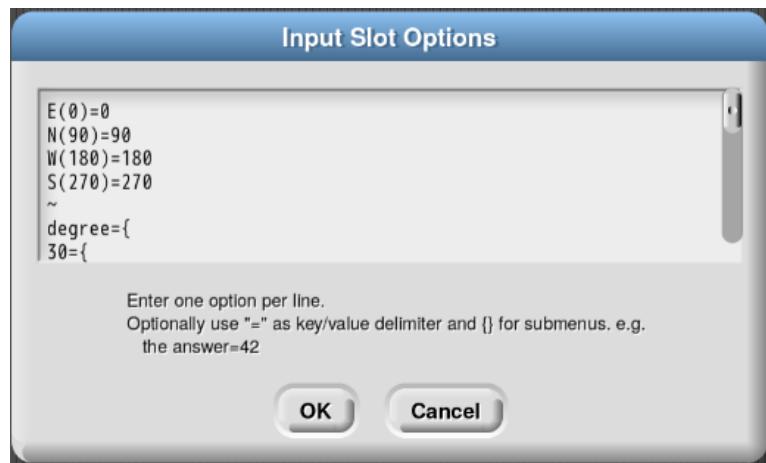
Single input. Default Value: に値を設定すると、選択肢のデフォルトになります。

プルダウンメニューの例として、my direction というブロックを作ってみます。Input name を degree とし、一般的な数学上の角度で向きを指定できるようにします。つまり、右方向が 0 度、上方向が 90 度、左方向が 180 度 という具合です。オプションを以下のように設定します。

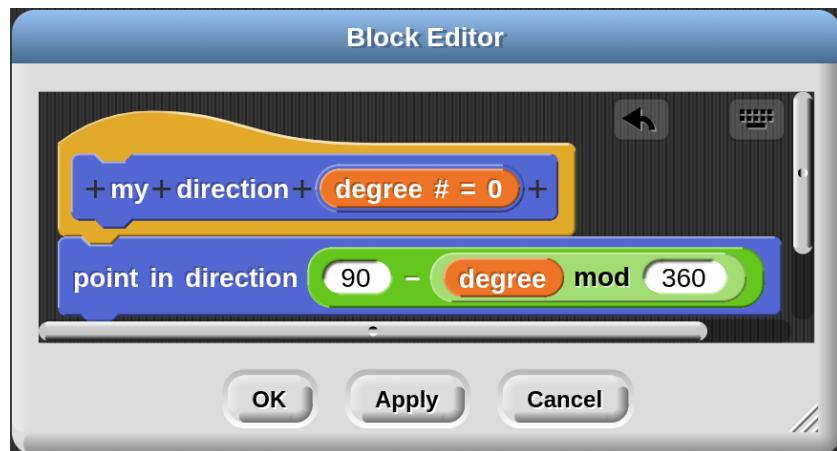
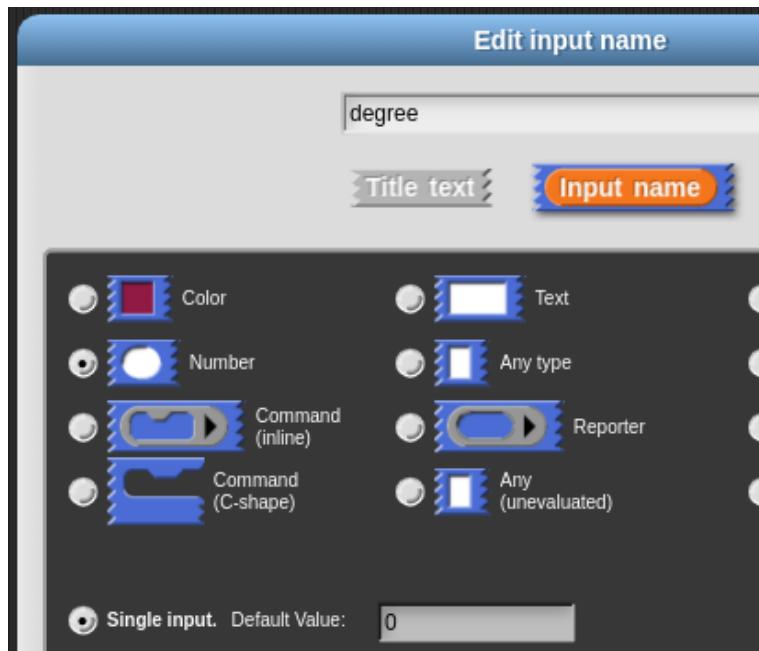
```

E(0)=0
N(90)=90
W(180)=180
S(270)=270
~
degree={}
30={}
EN(30)=30
WN(150)=150
ES(330)=330
WS(210)=210
}
45={}
EN(45)=45
WN(135)=135
ES(315)=315
WS(225)=225
}
60={}
EN(60)=60
WN(120)=120
ES(300)=300
WS(240)=240
}
}

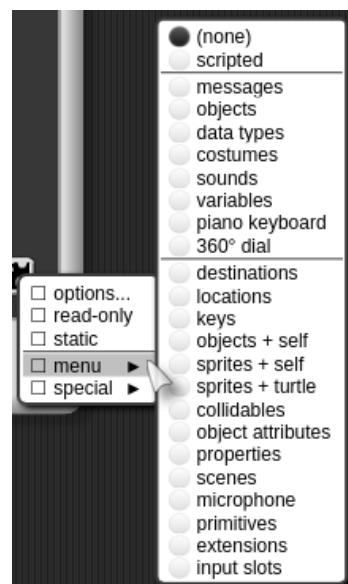
```



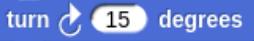
degree から、EN, WN, ES, WS のサブサブメニューを作っています。あくまで機能説明の作例ですので、あまり意味のあるものではありません。

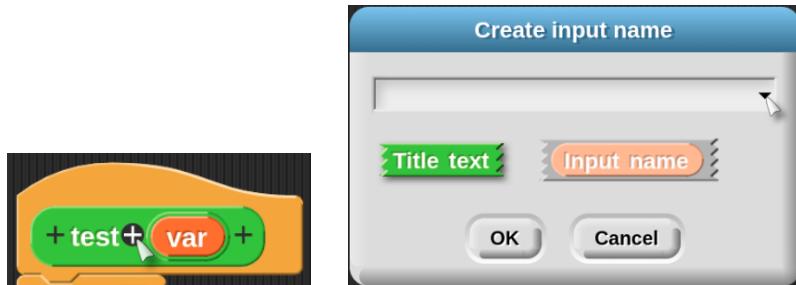


また、menu サブメニューから選択することで、
入力スロットへの指定の仕方をいろいろ設定す
ることが可能になります。



7.2 Title Text とシンボル

プリミティブブロックの中には、表示に  の回転する矢印のようにシンボルが含まれているものがあります。カスタムブロックでもシンボルを使用できます。ブロックエディターで、プロトタイプのシンボルを挿入したい位置のプラス記号をクリックします。すると、ダイアログが開きますから Title text にしてください。



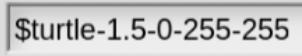
次に、入力待ちのテキストボックスの右端にある  をクリックします。するとシンボルのメニューが表示されます。まとめて表示すると次のようになります。(Title text としてセットされたものを右クリックしてもシンボルメニューが表示されます。)



そこからお目当てのシンボルを選択します。 turtle を選んでみます。

すると、入力欄に  \$turtle がセットされます。

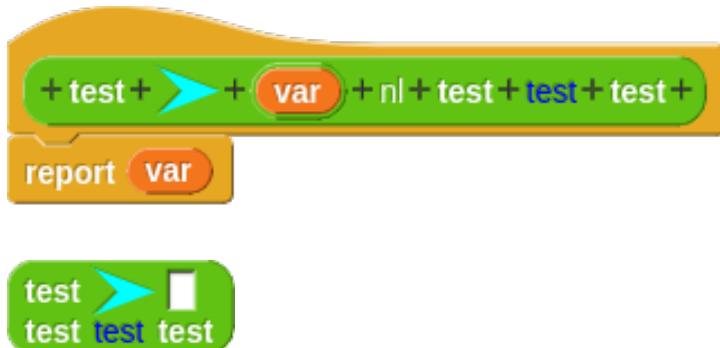
OK して Apply すると、 になります。

定義を  \$Sturtle-1.5-0-255-255 に変更すると、 になります。シンボルの後

の「-1.5-0-255-255」は、表示倍率(1.5)指定、RGB(Red=0, Green=255, Blue=255)によるカラーコード指定です。表示倍率だけの指定もできます。

シンボルメニューの最後に、「new line」があります。Title textにこれ  を設定するとそこで改行されます。また、シンボルじゃなくても、文字列の頭に「\$」  を付けるとシンボルのように倍率と色の指定ができます。反面、シンボルと同じ文字列は使用できないということですが。

定義は、こうなります。



7.3 Input name オプションについて

ブロックを作成する時の Input name のオプションについて見ていきます。間違っているかもしれません、こういう考え方をするとオプションを選ぶ目安になるのではないかと思います。

Snap!でブロックを作成する時には受け取る変数のタイプを指定することができます。(指定しなかった場合は、Any type, Single input になります。)期待する入力のタイプを入力スロットの形で示すためであったり、機能を設定するためです。

ブロックエディターの Input name オプションには 12 個の選択肢がありますが、Command、Reporter、Predicate の 3 つに分類できます。

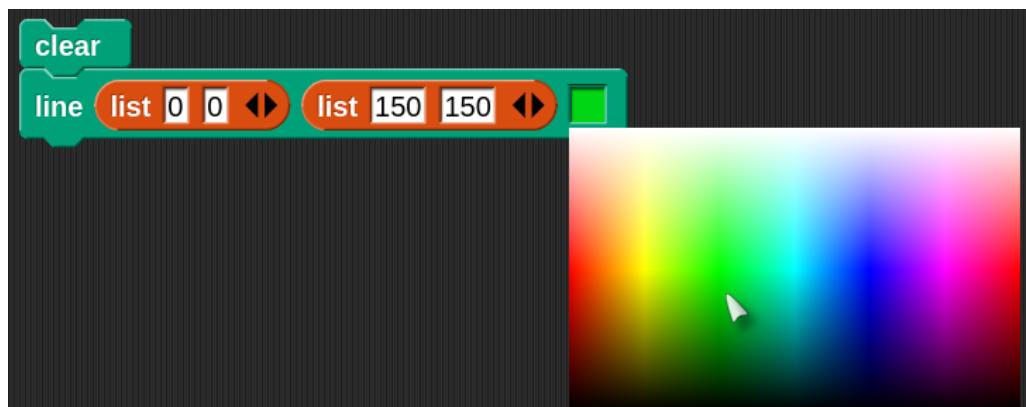
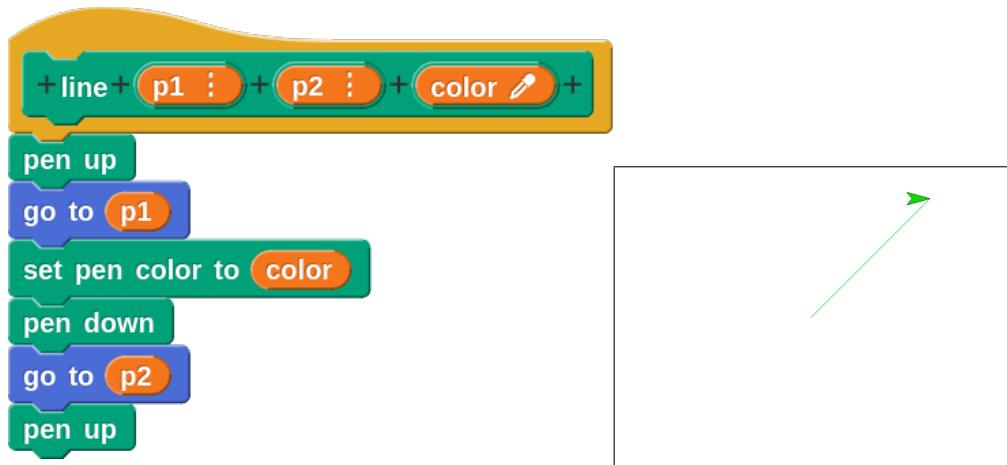
Command 型は、なにかを実行する、上下に凹凸がついたジグソーパズルピースのような形のコマンドブロックを入れられるものです。Reporter 型は、なにかしらの値をリポートする、楕円形のリポーターブロックを入れられるものです。Predicate 型は、真理値 true か false をリポートする、六角形のブロックを入れられるものです。(「真理値」は「真偽値」と表現されることもあります。)

また、それぞれについて下の段の 3 種類のオプション (Single input, Multiple input, Upvar) を設定できる場合があります。設定された内容によってプロトタイプ内では次のように表示されます。

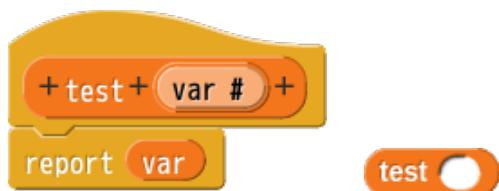
 a = 1	default value	 a...	multiple input	 a ↑	upvar	 a #	number
 a λ	procedure types	 a :	list	 a ?	Boolean	 a ↗	color
 a >>	object	 a ¶	multi-line text				

7.3.1 Reporter 型

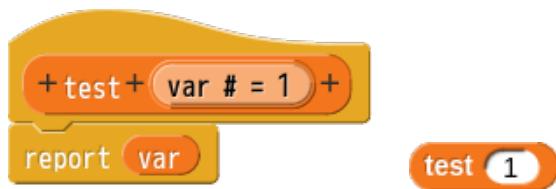
- Color は色用の入力スロットを作成するためのものです。次のスクリプトは二つの点の座標リストと色を指定して線を描くものです。Color を使用すると、プリミティブのブロックと同じように色指定をすることができます。



- 入力スロットへのキーボードからの入力を数値限定にしたのが、Number です。



Default Value を指定すると、



既定値を設定することができます。

- 入力スロットにキーボードからテキストを入力できることをアピールするのが、Text です。しかし、数値をテキストとして扱ってくれるわけではありません。



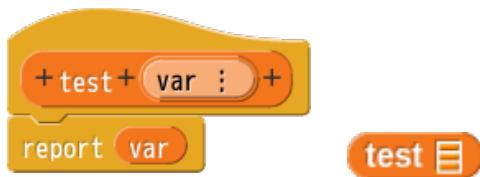
- special のオプションから multi-line を選択して次のような定義にすると、入力スロットにキーボードから改行を含むテキストを入力できる multi-line text になります。



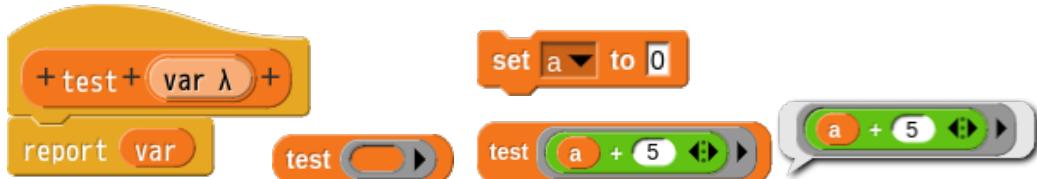
- 入力スロットにキーボードから数値でもテキストでも入力できることをアピールするのが、Any type です。Text とは入力スロットの形がちょっと違います。



- リストの入力を求めていることをアピールするのが、List です。

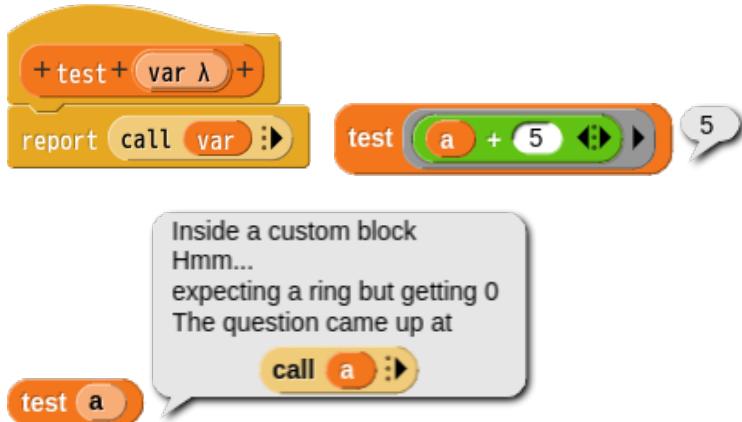


- 入力スロットにリングで囲ったものを扱う必要がある場合があります。使用するごとにリングで囲わせるのではなく、リングを装備したものが Reporter です。ただし、ドロップ入力のみです。

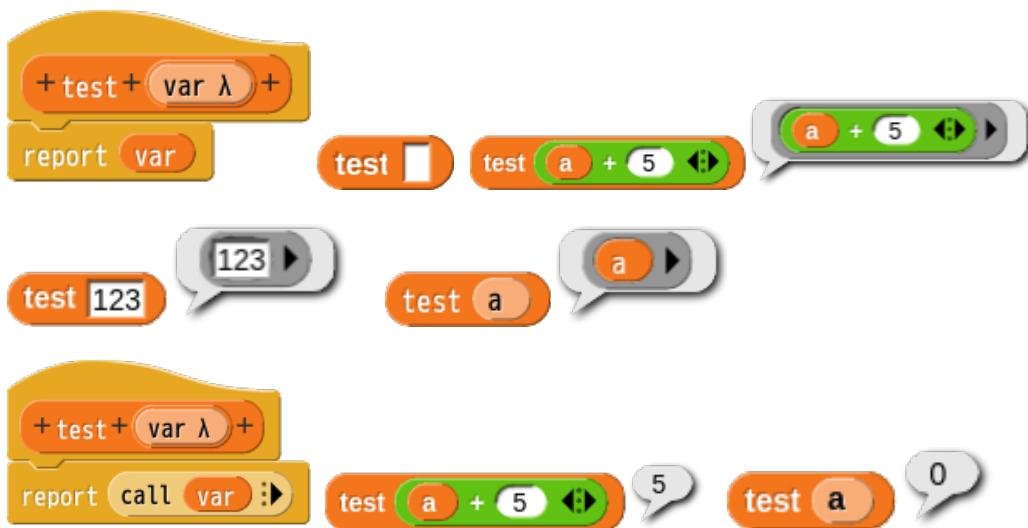


ただし、変数単体だと次の Any(unevaluated) とは違い **test a** とリング付きで

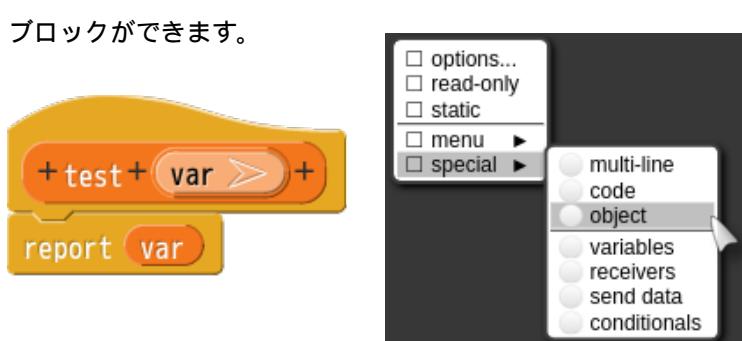
はなくなってしまいます。実際には call ブロックを使ってリングブロックの値を求めます。変数単体だと次のようになるので、場合によっては手動でリングを付ける必要があります。



- Reporter から外観上リングをなくし、キーボードから入力できるようにしたのが Any(unevaluated) です。unevaluated 評価されていない、つまり、値を求めるような操作はされていないということです。評価について… 数字の「1」を評価して 1 という数値を得るというような表現もするので、実行するというのとはちょっとニュアンスが違うようです。

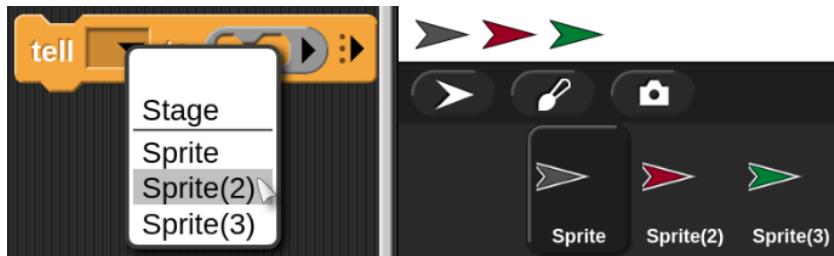


- special のオプションから object を選択して次のような定義にすると、**test >** というブロックができます。



入力スロットには、キーボードからなにかを入力することはできません。変数、スプライト、コスチューム、サウンドなどオブジェクトのドロップ入力を想定するものです。

既存のブロックでも tell ブロックのようにオブジェクトを指定するものがあります。 Snap! の初期状態からスプライトを二つ複製して、tell ブロックの入力メニューを開くと次のように指定できるオブジェクトが表示されます。



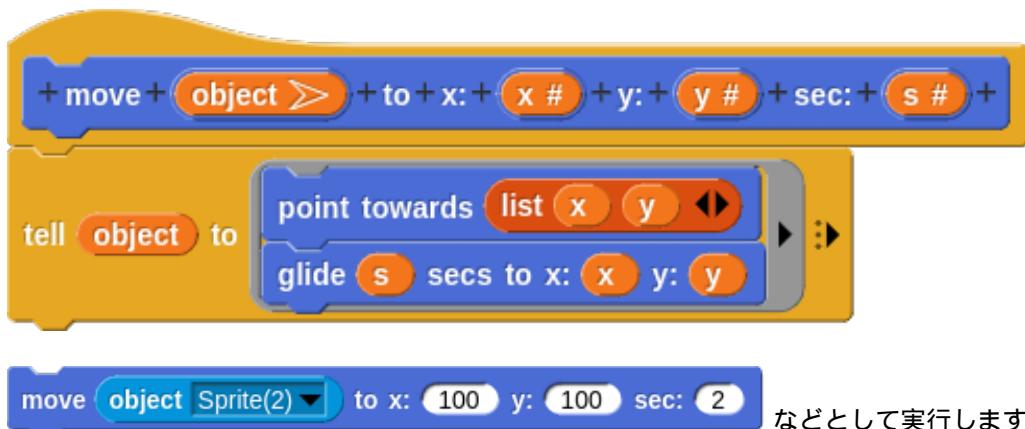
この入力スロットにオブジェクトを示す変数などをドロップすることもできます。 Sensing パレットにある Object リポーターブロックの入力メニューを開くと tell ブロックと同様に指定可能なオブジェクトを選択することができます。



このブロックを tell ブロックの入力スロットにドロップすることができます。



Object を指定できるとそのオブジェクトに対して操作することができます。例として、オブジェクトが指定された位置に向かって方向を変え、指定された秒数で移動するブロックを作成してみます。方向を変えるには、移動先の x, y の位置をリストにして指定します。



などとして実行します。

7.3.2 Predicate 型

Predicate 型には、Boolean, Predicate, Boolean(unevaluated) があります。Reporter 型での Any type → Reporter → Any(unevaluated) の関係が、Predicate 型にも当てはまります。

- Boolean です。



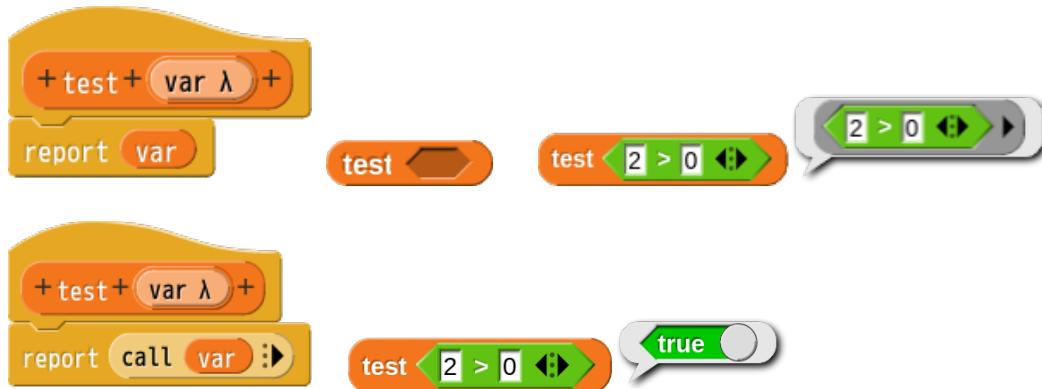
- Predicate です。（変数単体だと Reporter のようにリングが消えてしまうので注意が必要です。）



リングで囲われた Predicate 型変数をテストするには call ブロックを使って、評価し、真理値を求めます。



- Boolean(unevaluated) です。unevaluated つまり、評価されていない、値を求めるような操作はされていないということです。評価には call ブロックが必要です。



7.3.3 Command 型

Command(inline) は、ブロックの入力スロットに入れられたコマンドブロックを受け取るためのものです。Command (C-shape) は、if や for、repeat などのループで使われる C 型 (C の形をした) ブロックを作成するために使われます。Command (C-shape) を複数組み合わせると if else などの E 型 (E の形をした) ブロックが作れます。

Command(inline) 型と Command (C-shape) 型を使って、C 言語風の for ループを作つてみます。

c 言語では、

```
for (i = 0; i < 5; i++) {  
    printf("%d\n", i);  
}
```

のようにすると、0、1、2、3、4 と表示するプログラムになります。

(i = 0; i < 5; i++) のようにかっこの中がセミコロンで 3 つの部分に分けられています。

i = 0 の部分が初期設定で、初めに一回だけ実行されます。

i < 5 の部分のテストが true なら繰り返しを続行します。

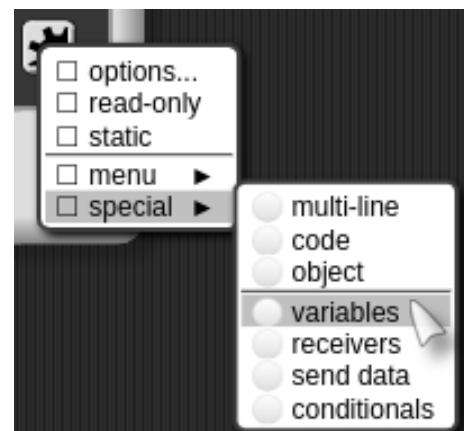
i++ の部分は次の繰り返しに進む前に実行されます。 i++ は i に 1 加算する処理をします。

{ } の内部がループの本体です。

以下が定義です。ループ内で使用する変数を定義しています。定義自体は run や call に丸投げするだけなので my for よりもシンプルですね。

変数 i を作成します。設定で右下の歯車のようなアイコンをクリックすると右図のメニューが出るので、special から variables を指定します。変数名は i にしましたが、スクリプト変数と同じように増やせますし、名前の変更もできます。

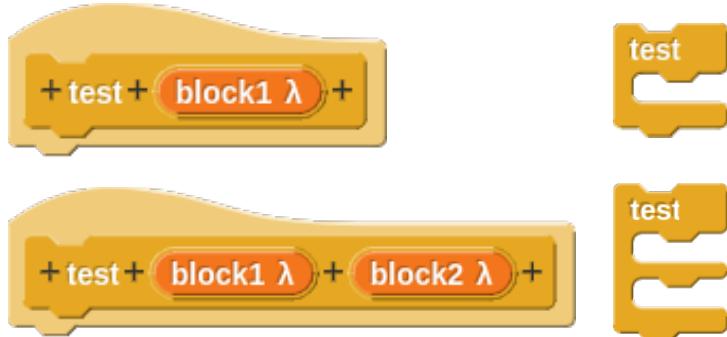
(69 ページ参照)



なお、〔初期化〕と〔継続処理〕は Command(inline) 型で、〔継続条件〕は Predicate 型です。〔実行本体〕は Command (C-shape) 型 です。ループ表示ボタンをチェックしてください。(64 ページ参照)



for ループは C 型が 1 つでしたが、2 つになると E 型になります。 if else の形ですね。 Command (C-shape) 型の変数を 並べればいくらでも増やせます。



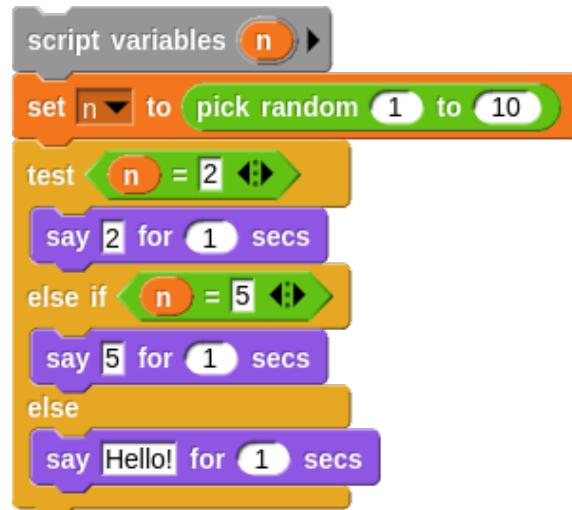
変数 block1 の前に Boolean(unevaluated) の変数を入れると、if else ブロックができます。

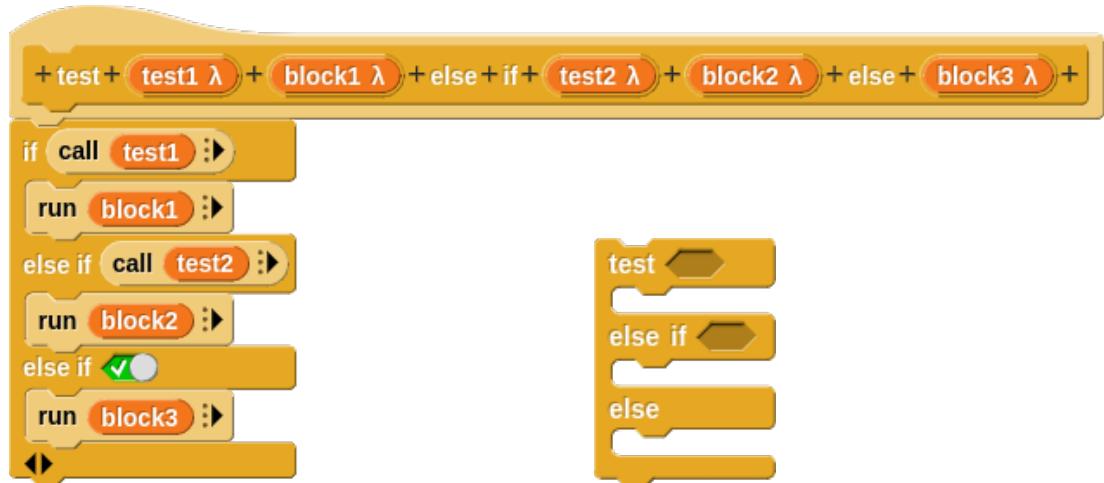


変数 block2 の前にも Boolean(unevaluated) の変数を入れ、block3 を追加すると変わった if else ブロックができます。



if else ブロックとしての体裁を整えてこんなふうに使えるようにしてみます。





C 言語などで利用できる switch case ブロックを作つてみます。

switch の入力スロットで調べる変数を指定して、case ブロックで指定した値と一致した場合にその処理をします。case ブロックは追加できるようにし、default 処理も指定できます。



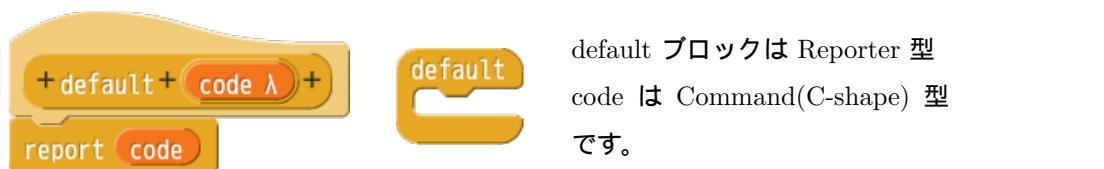
case ブロックは単に指定された値と実行ブロックの対をリストとしてリポートするだけです。



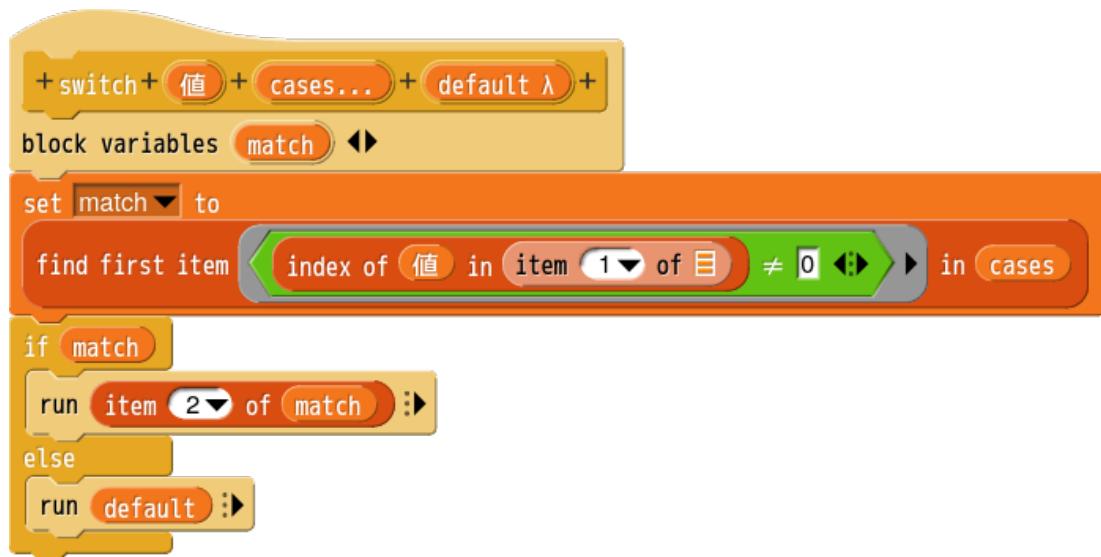
変数「値」は Multiple inputs(value is list of inputs) にし、設定から次のように initial slots... (入力スロット数の初期値) を 1 にします。



default ブロックは単に実行ブロックをリポートするだけです。

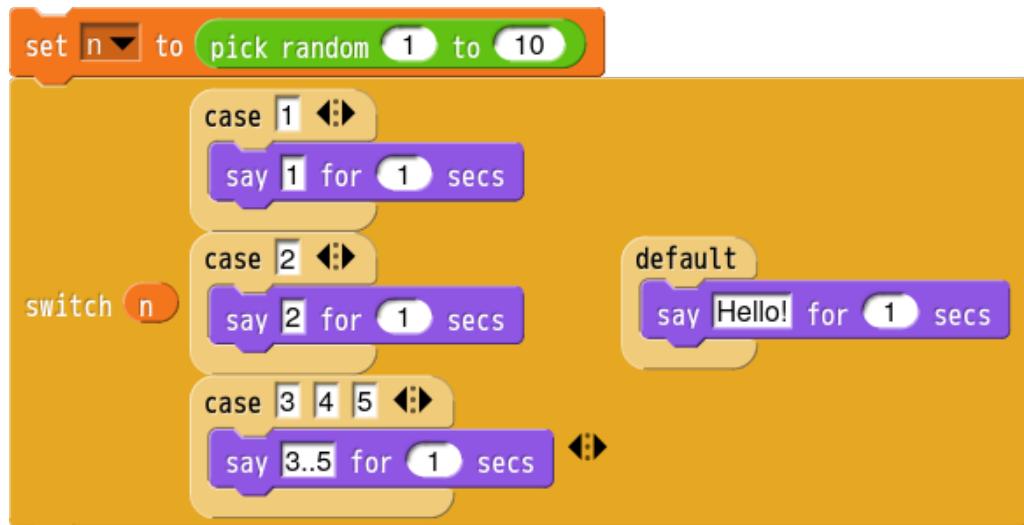


switch の定義ブロックです。cases 変数は Command(inline) かつ Multiple inputs(value is list of inputs) を使って追加できるようにしています。case の変数「値」のように初期入力スロット数を 1 にしてください。これには値と実行ブロックの対のリストが入っているので、switch で指定した値と case の値がマッチしたら指定されたブロックを実行します。マッチするものがなかったら default で指定されたブロックを実行します。default は Command(inline) 型です。
default は無指定、空のままでも大丈夫です。



名古屋文理大学 小橋 一秀 先生が公開されている【05. SNAP!でオブジェクト指向(4/4)】
「継続を利用した switch case ブロックの作成例」を参考にさせて頂きました。

default ブロックは case ブロックの見た目に合わせるためのもので、これを使わずに実行ブロックを直接入力することもできます。



switch 定義ブロックを表示しながら 1 ステップデバッグ(86 ページ参照)してみると動作の様子が分かります。

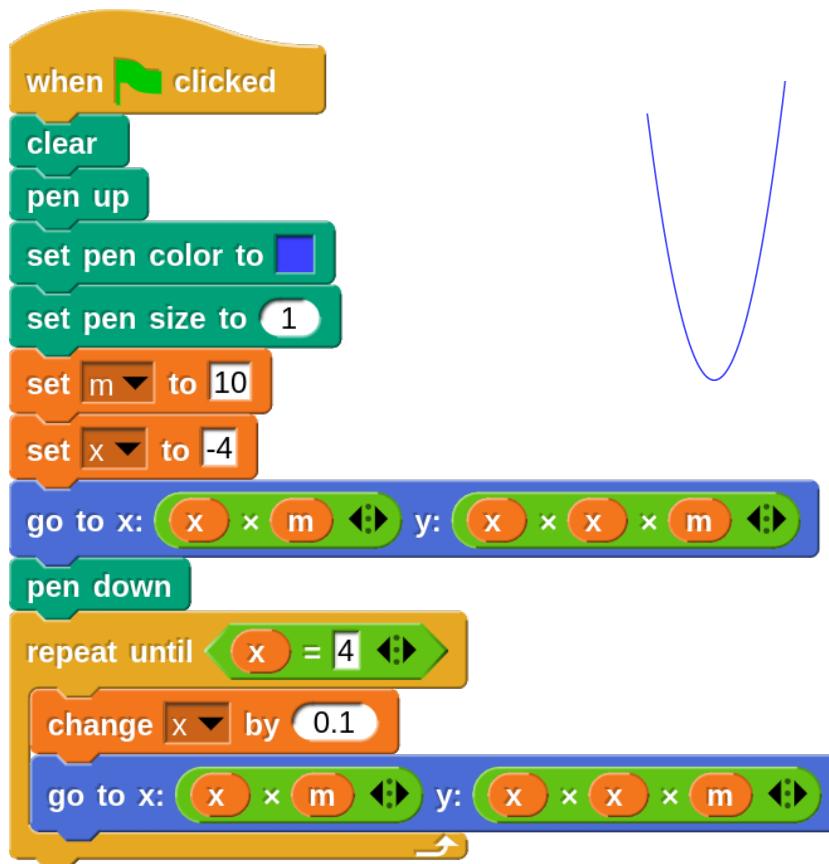
8 その他

8.1 デバッグ

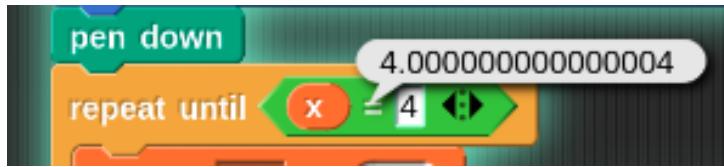
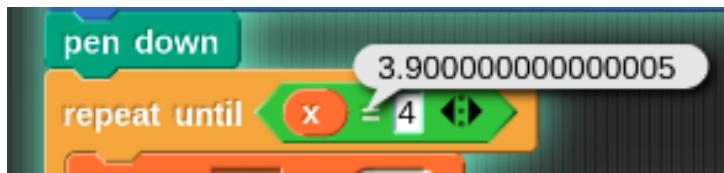
Snap! にはデバッグの機能が装備されています。

 ブロックにより指定の箇所でプログラムの実行を一時停止させることができます。  の操作でプログラムの実行スピードを遅くしたり、1ステップ実行にしたりできます。デバッグ中は実行中のブロックをハイライトしてくれます。変数などの値もリポートしてくれます。  のクリックで一時停止した実行を再開できます。

次のスクリプトは x の値が -4 から 4 になるまで 0.1 ずつ増やしながらグラフを描くものです。 $x = 4$ になったら終わりにしたいのですが、終了しません。



 を repeat until 内の最後に追加してから、スクリプトを直接クリックして実行させて下さい。そうすると、 $x \geq 3.9$ の時点で一時停止します。  ボタンをクリックして  のように、スライダーを左端にして 1ステップ実行モードにします。  をクリックして 1 ブロックずつ実行しながら x の値を確認して下さい。



このように、 x は 4 にはならないので無限ループになります。

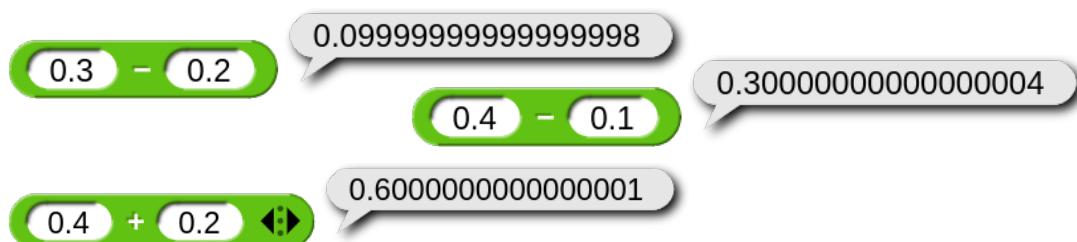
repeat until の終了条件を $x \geq 4$ にします。

次のように、Julia 言語で 0.1 を表示させてみます。「0.1」というのは十進数で表現された文字列です。コンピューター内部ではこれを二進数に変換して数値として扱います。println はそれを十進数文字列として丸めて 0.1 と表示します。printf を使うと、指定桁表示できます。

0.00000000001 のような小さな数から 10000000000 のような大きな数まで扱える仕組みが浮動小数点数ですが、十進数で表された小数点以下の値は二進数へ正確には変換できません。Snap! も同じ仕組みになっています。

```
julia> println(0.1)
0.1
```

```
julia> @printf("%.30f\n", 0.1)
0.1000000000000005551115123126
```



ボタンをクリックすると、デバッグモード のオンオフができます。

ただし、 のボタンで実行すると、変数などの値をリポートしてくれません。直接スクリプトをクリックして実行してください。

ユーザー定義ブロック内についてもデバッグする場合は、デバッグモードにしてからユーザー定義ブロックを edit で表示させれば見ることができます。

通常は edit で開くと一番下に (Ok) (Apply) (Cancel) が表示されますが、デバッグモードでは (OK) だけ表示されます。

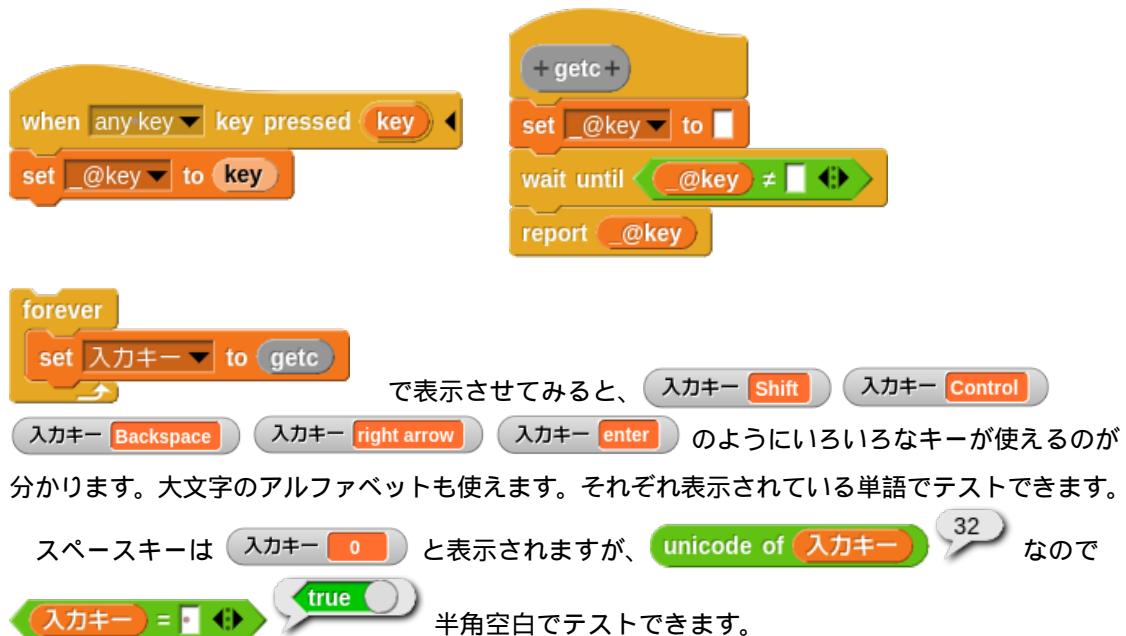
ユーザー定義ブロックのデバッグは必要ないならば、表示させなければユーザー定義ブロック内は通常速度で実行されます。

8.2 getc

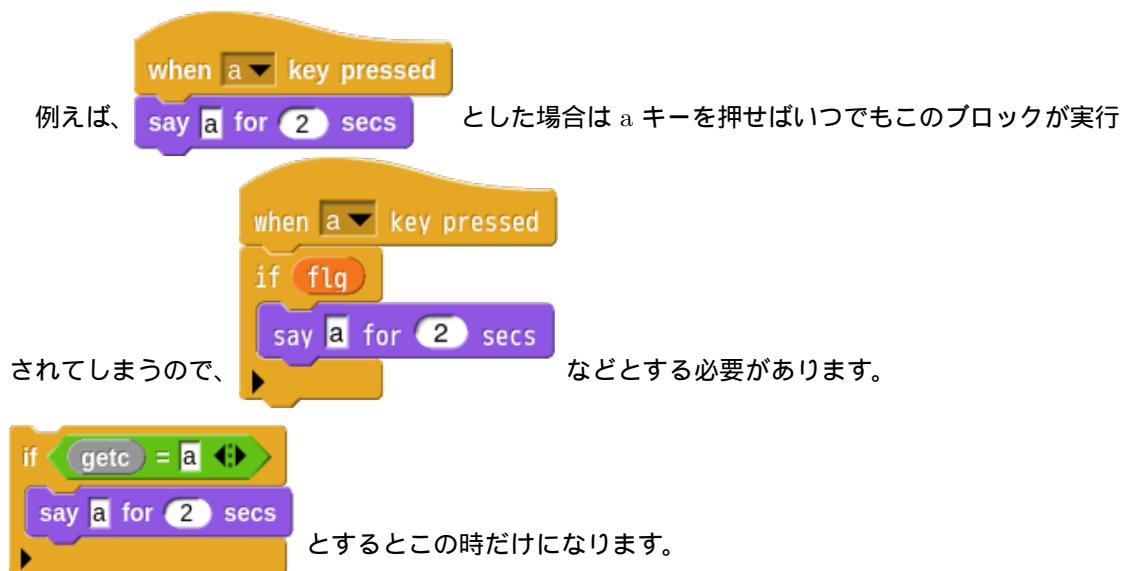
何かのキーが押されたかを調べるために必要な数の when () key pressed ブロックでチェックするのにはたいへんです。



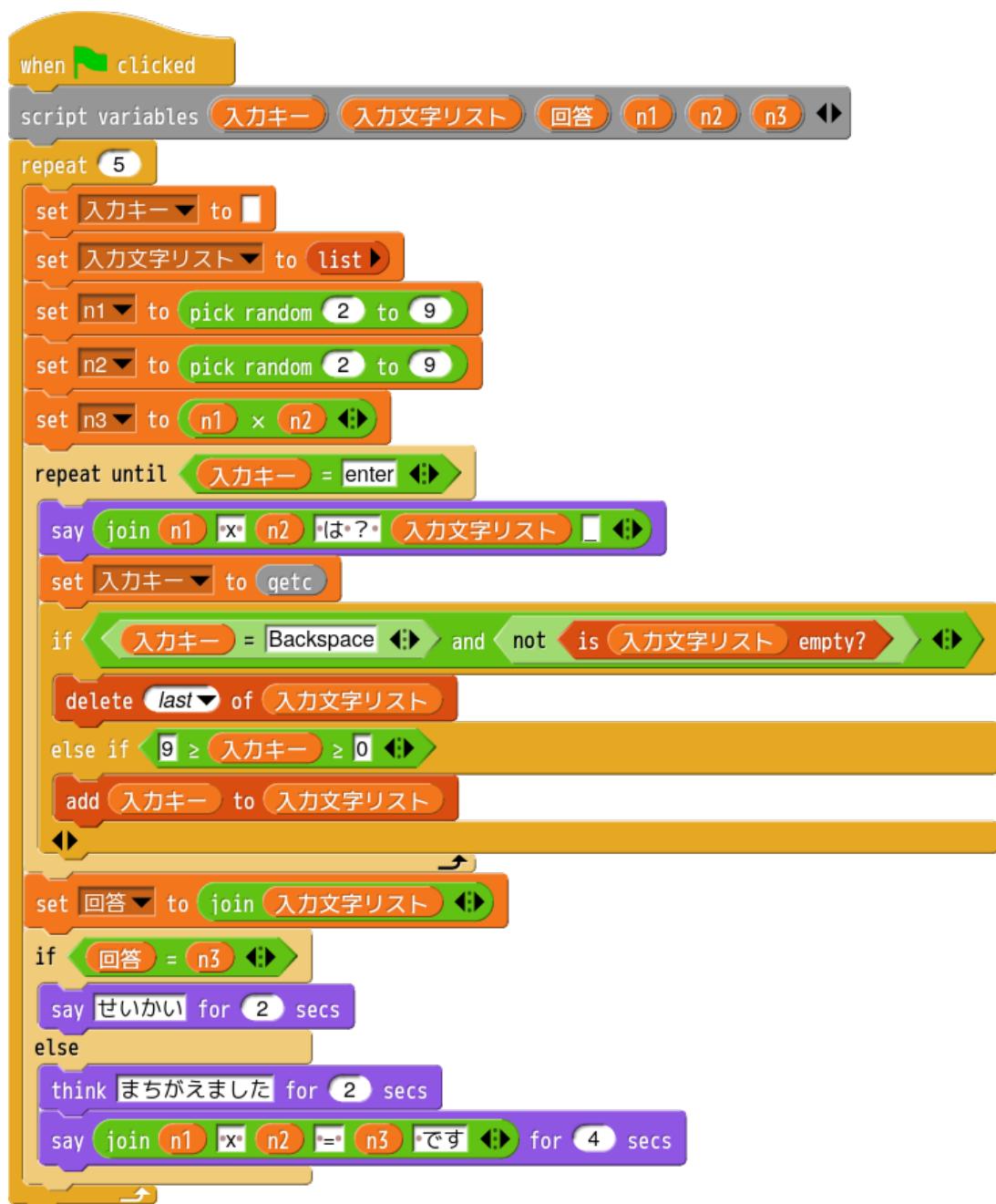
ですが、any key を使うと一つで済みます。any key を選択すると、押されたキーが Upvar 変数の key にセットされます。次のような getc ブロックを作成するとさらに使い勝手が良くなります。getc は押されたキーを _@key に記録します。_@key はどこでも使っていい変数名ということで決めたものです。



getc を使うことの利点として、キー入力は getc を呼び出した時だけ有効になります。



文字列入力の例です。(say ではカーソルとしてアンダースコア _ を表示しています。)
最初に変数「入力キー」に空文字をセットしています。続けて使用する場合に、enter キーが入っていると空入力になってしまいます。それを防ぐためです。



join にリストを入れると文字列 (text) になります。

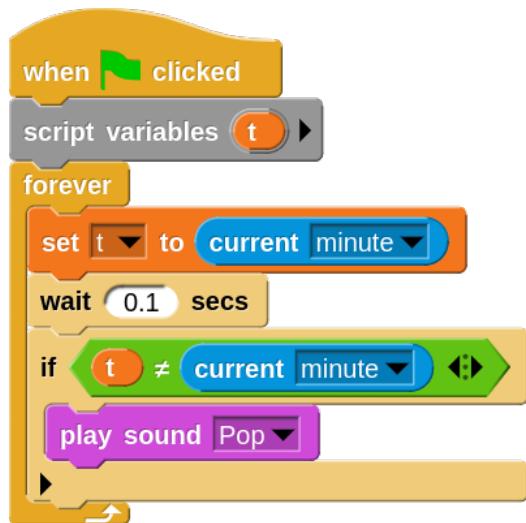


数字文字列なので数値として扱うことができます。



8.3 Event Hat ブロック

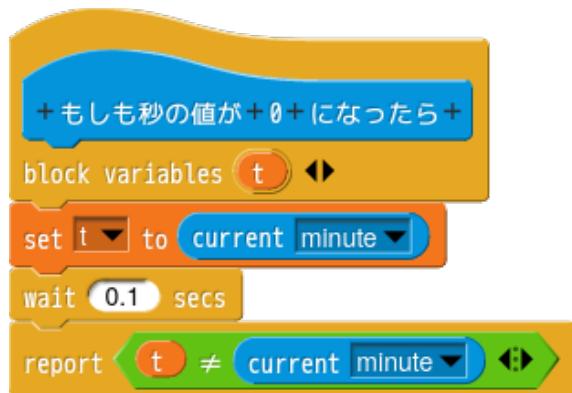
例えば1分ごとに音を鳴らす場合、次のようなやり方があります。



Event Hat ブロックを使うと、1分経過したというイベントを発生させ、指定の処理を行うことができます。まず、make a block から Event Hat ブロックを選択して名前をつけます。



期待する状態になった時に true を返すスクリプトを作成します。

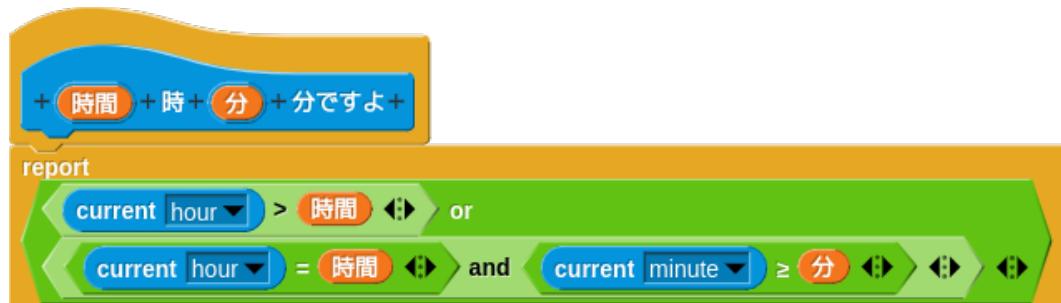


音を鳴らしたいならば次のようにします。これはイベントブロックなので  のボタンをクリックする必要はありません。

もしも秒の値が 0 になったら

play sound [Pop ▾]

指定した時間になつたらイベントを発生させるブロックです。



20 時 0 分ですよ

play sound [computer_bleeps1 ▾]

いくつかのキー入力に対して同じ処理を行いたい時には、次のようにできます。

ハットブロックの色は選んだパレットと同じになります。



key は Multiple inputs (value is list of inputs) にしてください。or ブロックの右端三角マークに map ブロックを入れると any ブロックになります。(96 ページ参照)

次のようにすると、カーソルキーか エンターキーか スペースキーか バックスペースキーか シフトキーか コントロールキーか a を押した時に表示させることができます。

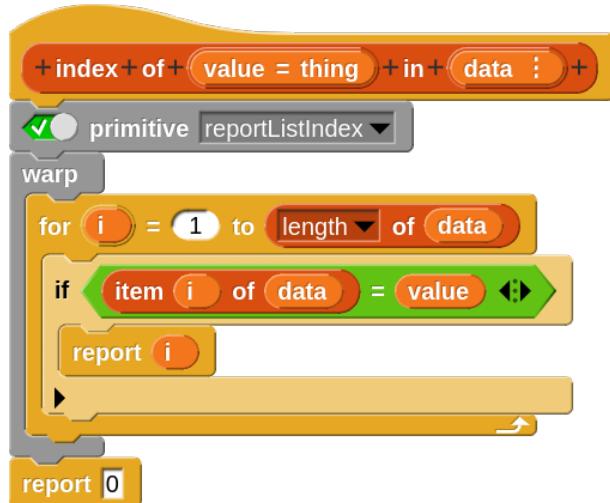
もしも [up arrow] [down arrow] [enter] [space] [backspace] [shift] [control] [a] のどれかが押されたら

say [Hello!] for [2] secs

8.4 プリミティブブロックの編集

ver. 10 から、ハットブロックを除くプリミティブブロックの編集が可能になりました。

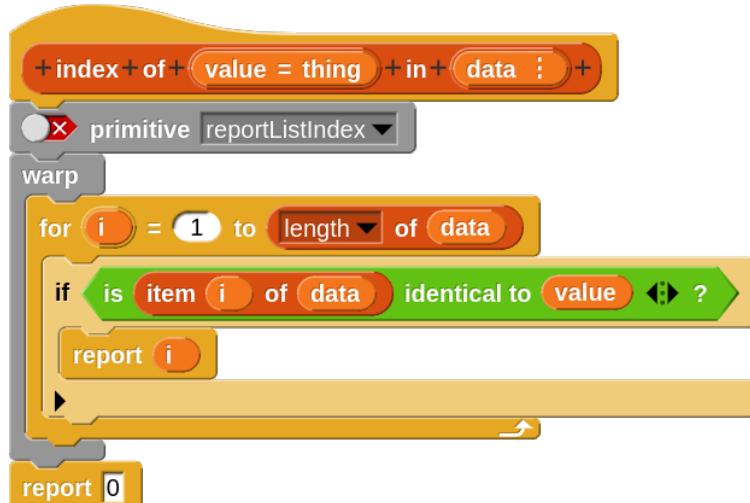
index of thing in 目 を edit で開くと次のようなスクリプトになっています。primitive のスイッチによってプリミティブのコードか、指定されたスクリプトを実行するかを決定します。スイッチがオンなので、この場合プリミティブのコードが実行され warp 以降のスクリプトは実行されません。



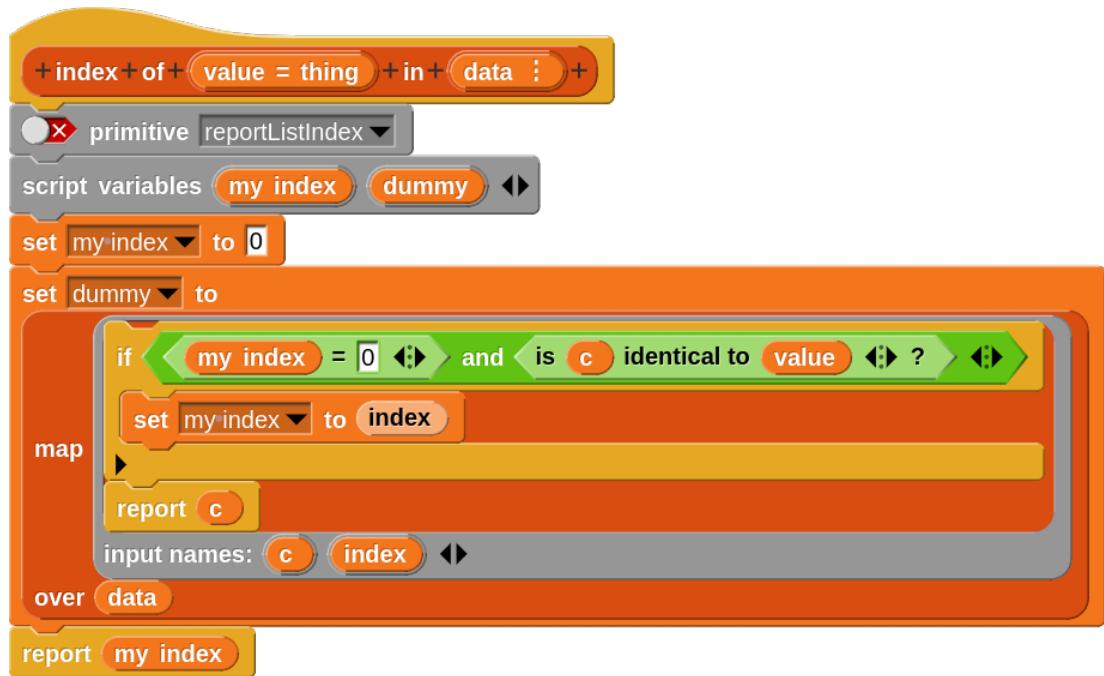
このスクリプトだと、アルファベットの大文字小文字を区別しないため大文字を指定しても小文字にヒットしてそのインデックスを返してしまいます。



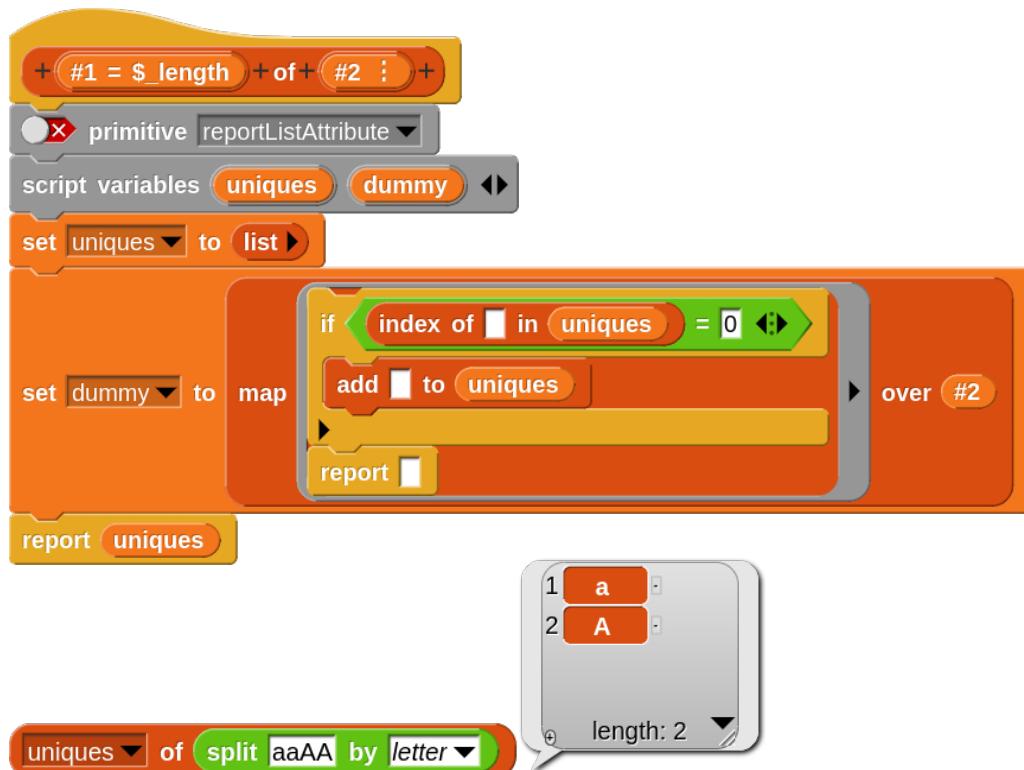
大文字小文字を区別するにはイコールブロックをリラベルして、プリミティブスイッチをオフにします。



map を使用して次のようにすることもできます。



プリミティブの `uniques` ブロックは大文字のアルファベットを小文字に変更してしまいます。上記のように `index` ブロックが変更されると、`uniques` ブロックも大文字小文字を区別するようになります。

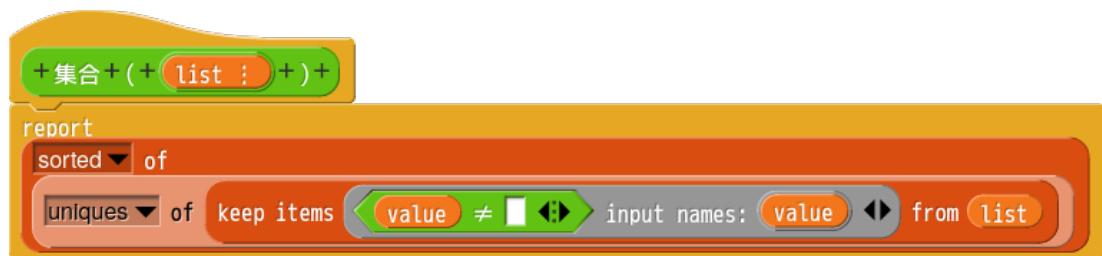


ただし、安易に仕様変更するとそのブロックを使用している他のスクリプトで不具合が発生する場合があるかもしれません。

8.5 集合

Python や Julia では要素に重複がない値の集まり、集合を扱えます。集合を作成するブロック、和集合を求めるブロック、積集合を求めるブロックを作成してみます。

重複や空要素を取り除いて集合を作成します。本来は不要ですが並び替えをしています。

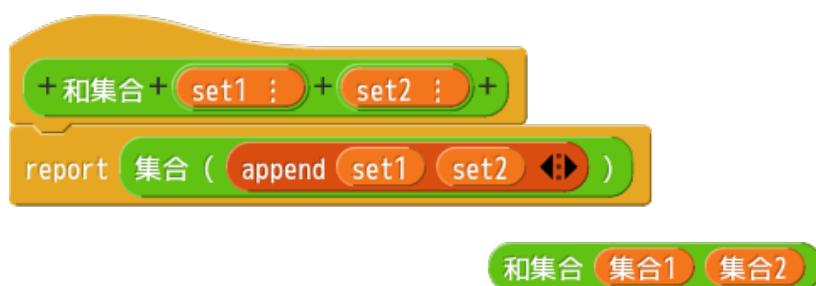


二つの集合を作成します。

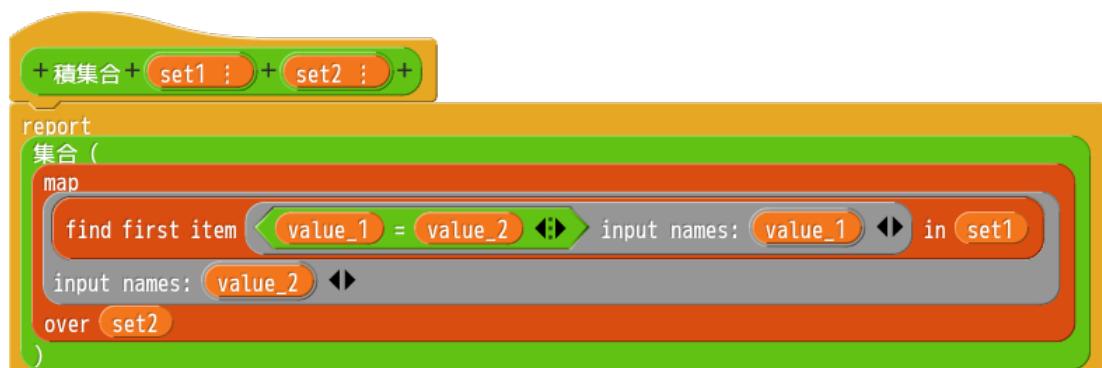


1	1
2	2
3	3
4	4
5	5
6	6
7	7
8	8
9	9
(+)	length: 9

集合同士をまとめ、重複を取り除いた和集合を求めます。



集合同士で同じ値の要素の集まりの積集合を求めます。



1	3
2	5
3	8
(+)	length: 3

8.6 read-only 入力スロット

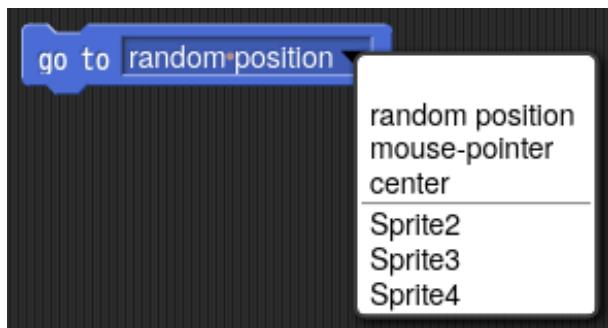
次のように背景が白い入力スロットはキーボードからの入力を受け付けます。



それに対して、次のようなブロックはその時点で利用可能な入力の中から選択することになります。



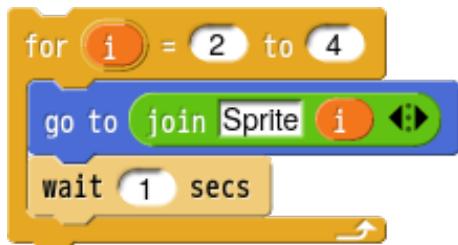
例えば、Sprite, Sprite2, Sprite3, Sprite4 がある場合、次のようにになります。



キーボードからの入力は受け付けませんが、変数などのリポーターブロックはドロップすることができます。変数 a にこれらの引数を入れてやると、同様に動作します。



これを利用すると次のような使い方ができます。



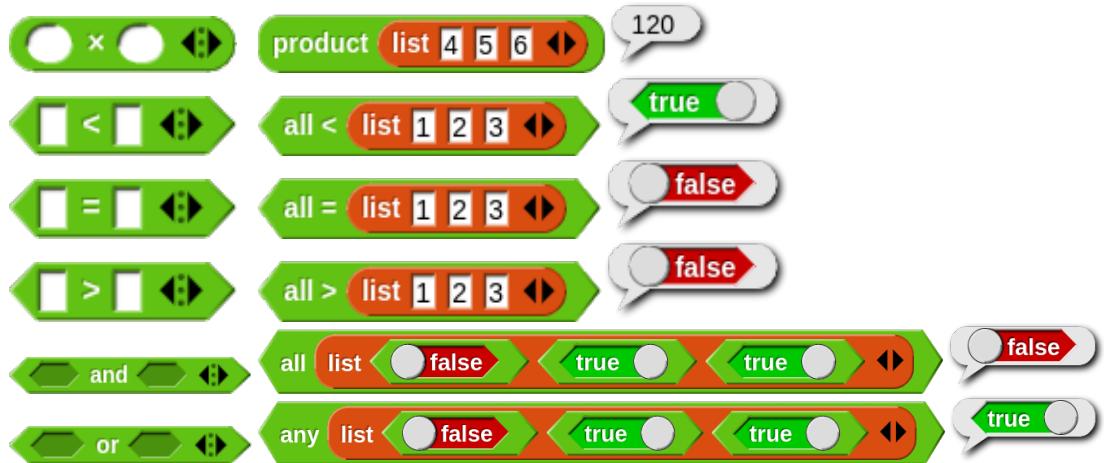
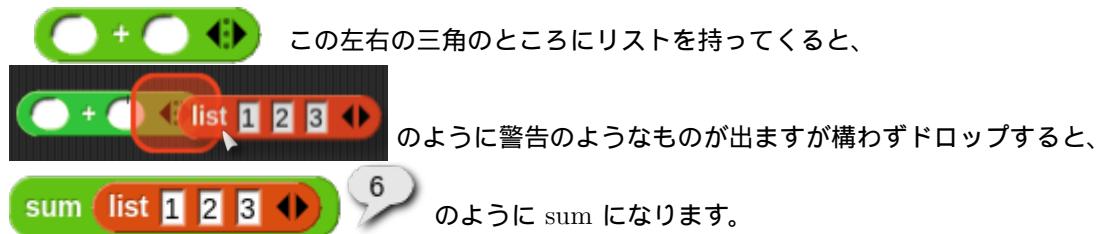
乱数を使って次のようにすることもできます。



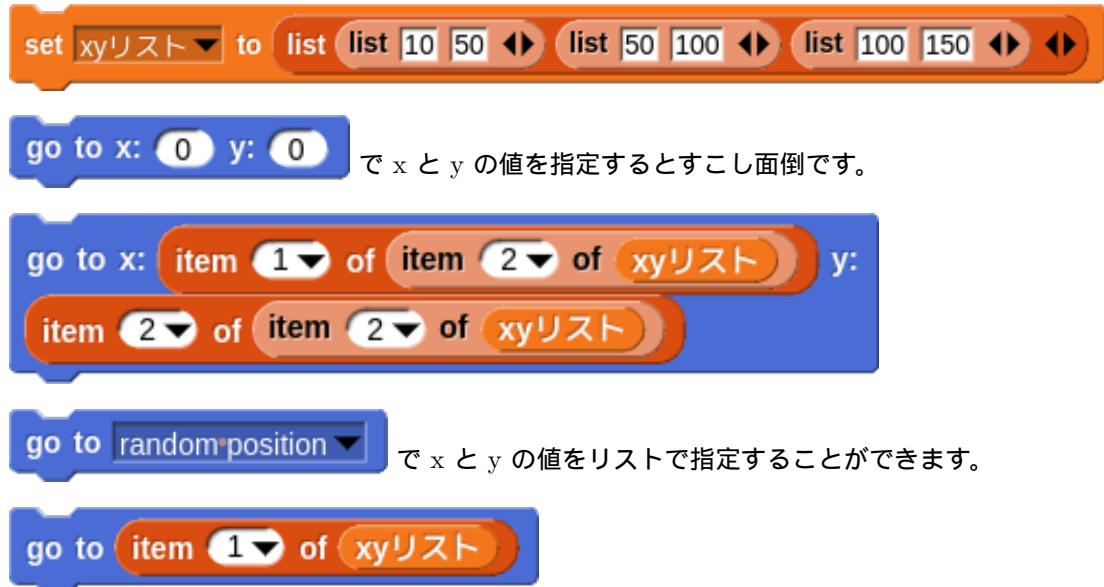
このやり方は他の tell や switch to costume などでも有効です。

8.7 入力スロットへのリスト指定

次のように、ブロックによっては右端に左右の三角表示があって入力スロットを増減できるものがあります。

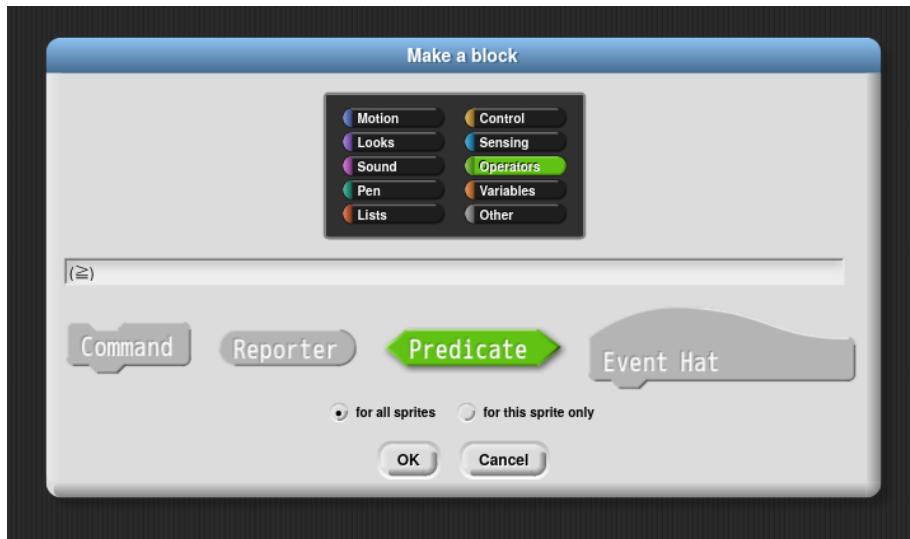


xy 座標を次のようにリストにした場合、

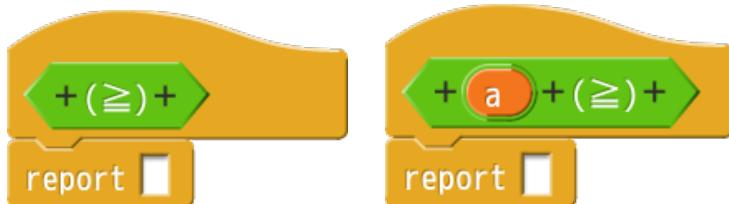


8.8 入力スロットの追加

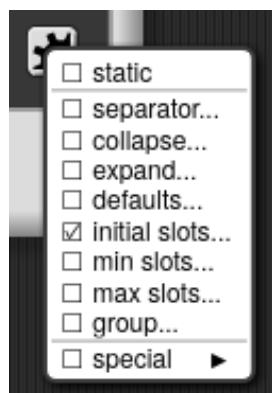
51 ページで () () のブロックを作成しました。  ブロックのように、スロットを追加したりリストを指定できるようにしてみます。次のようにしてプロトタイプ部分を作成して下さい。



a という変数を作成します。

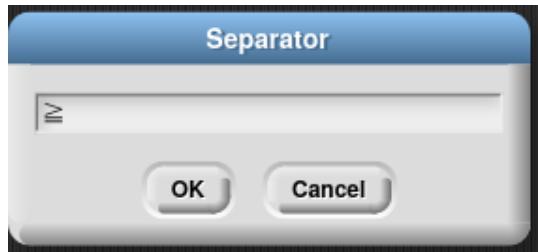


変数 a の設定を変更してスロットを追加できるようにします。まず、 Multiple inputs (value is list of inputs) を指定します。次に、

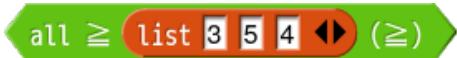


右下の歯車のようなアイコンをクリックすると右図のメニューが出るので separator, collapse, initial slots の項目をそれぞれ変更します。

Separator は各スロットの間に入る項目です。この場合は「」になります。全角文字「きごう」とか「だいなりいこーる」で変換すると出てきます。



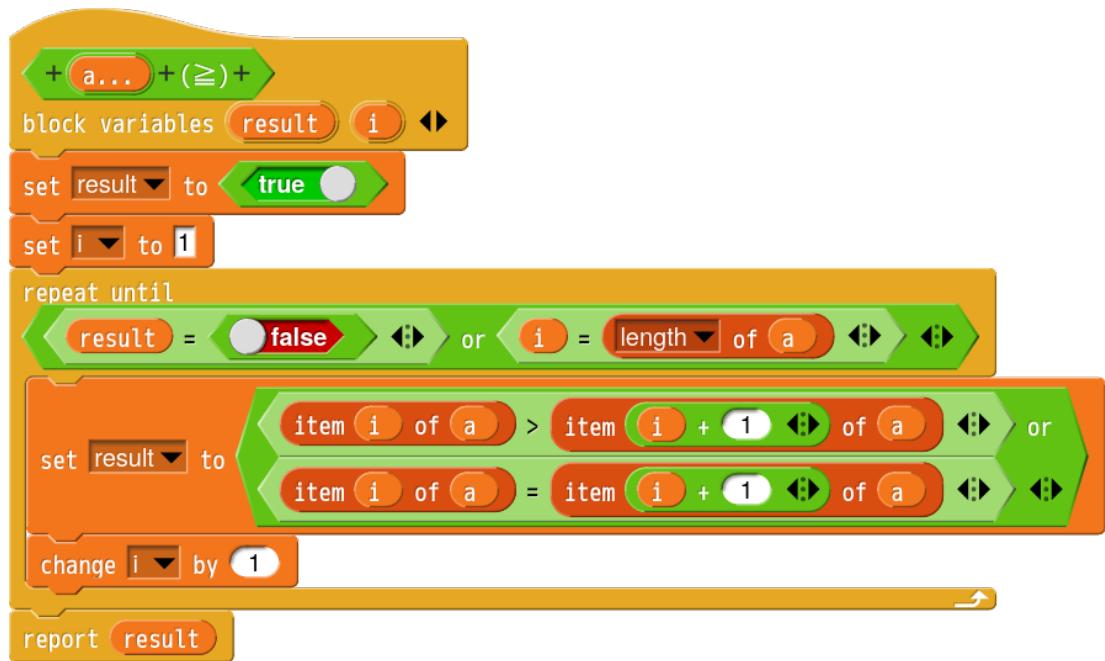
Collapse はリストを入力して、スロットがない場合の表示項目です。この場合は、「all ≥」になります。



Initial slots はデフォルトのスロット数です。この場合は、2 になります。



変数 a の表示が変更されます。ブロック定義の本体は次のようにになります。入力を値 2 ではなくリストとして受け取るので少し複雑になります。



() を削除するとプリミティブブロックのような表示になりますが、続けて のブロックを作成した場合にプロトタイプが同じになるので (2) が表示されてしまいます。なにか方法があるのかもしれません。

8.9 ask

ask what's your name? and wait

リストで指定したメニューからクリックで項目を選択することができます。

ask list メニュー1 メニュー2 メニュー3 and wait

メニュー1
メニュー2
メニュー3

リストを組み合わせるとタイトル(説明文)を付けたり、サブメニュー構造にすることもできます。

ask list タイトル list メニュー1 メニュー2 メニュー3 and wait

タイトル

メニュー1
メニュー2
メニュー3

ask list list メニュー1 list メニュー1.1 メニュー1.2 and wait
list メニュー2 list メニュー2.1 メニュー2.2

メニュー1
メニュー2
メニュー1.1
メニュー1.2

answer

メニュー1.2

script variables レベル 選択肢

set 選択肢 to list 1.初級 2.中級 3.上級

ask list レベルの選択 選択肢 and wait

say join item 2 of split answer by 「が選択されました」 for 2 secs

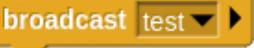
set レベル to index of answer in 選択肢

say レベル for 2 secs

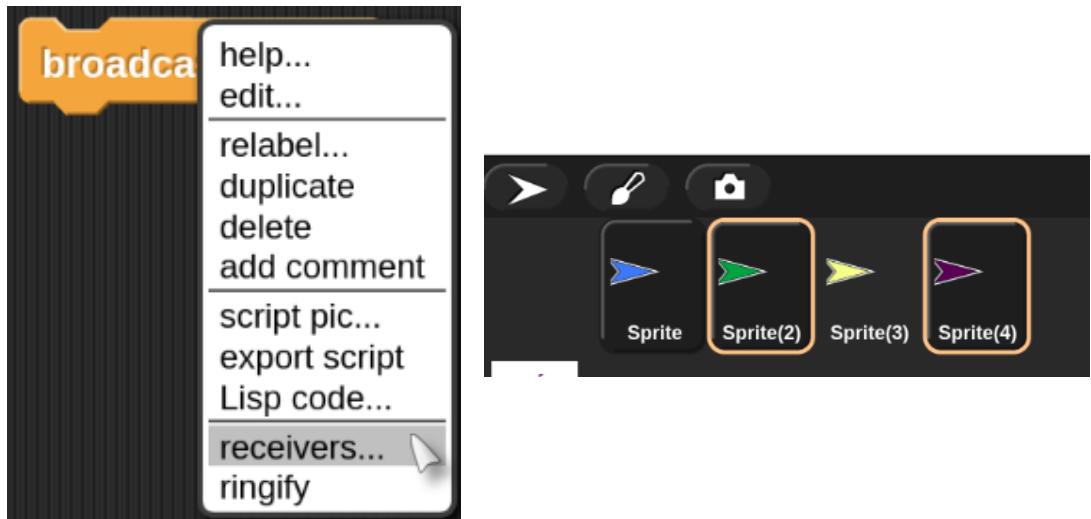
レベルの選択

1.初級
2.中級
3.上級

8.10 broadcast の検索オプション

例えば、Sprite で  を使用していて、

 を使用しているスプライトを知りたい時には receivers... オプションを使用すると、スプライトコラルの該当スプライトをハロで示してくれます。



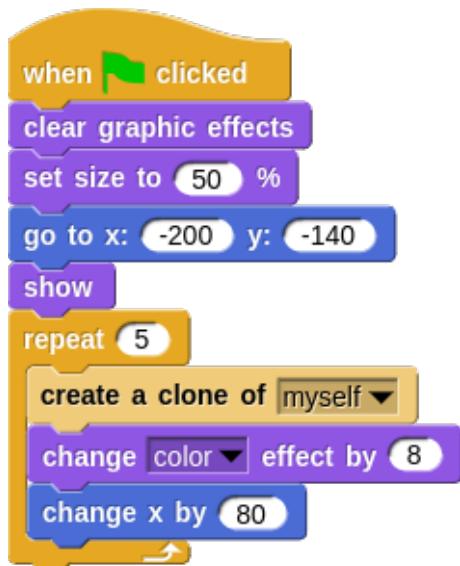
8.11 クローン

Snap! には、テンポラリクローンとパーマネントクローンがあります。

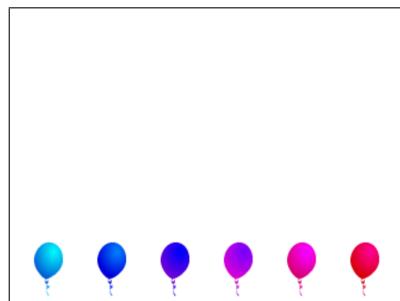
8.11.1 テンポラリクローン

テンポラリクローンは Scratch でのクローンと基本的には同じものです。

次のようにして風船のクローンを作成してみます。



このスクリプトでは [show] により、作成された 5 個のクローンが左から表示され、右端にクローンではない本体も表示されるので合計 6 個の風船が出現します。

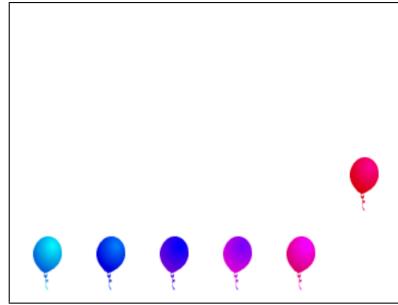


```

when green flag clicked
  clear graphic effects
  set size to 50 %
  go to x: -200 y: -140
  show
repeat (5)
  create a clone of myself
  change color effect by 8
  change x by 80
repeat (10)
  change y by 10

```

このようにして風船を移動させるスクリプトを追加すると、本体だけが移動します。つまり、本体用のスクリプトではクローンの操作はできません。普通は本体を存在させると都合が悪いので、非表示にしてクローンのみを操作します。



```

when green flag clicked
  hide
  clear graphic effects
  set size to 50 %
  go to x: -200 y: -140
repeat (6)
  create a clone of myself
  change color effect by 8
  change x by 80

```

表示は [when I start as a clone] 内で行います。

```

when I start as a clone
  show

```

特定のクローンを操作するには、イベントを利用します。タッチイベントの例です。

```

when touching mouse-pointer?
  repeat (36)
    change y by 10
  delete this clone

```

```

when I start as a clone
  show
forever
  if touching mouse-pointer?
    repeat (36)
      change y by 10
      delete this clone

```

イベント処理スクリプト内ではなく
[when I start as a clone] 内で行うこと
もできます。

```

when green flag clicked
  hide
  clear graphic effects
  set size to 50 %
  go to x: -200 y: -140
  set balloon to [list v]
  repeat (6)
    add a new clone of myself to balloon
    change color effect by 8
    change x by 80
  forever
    for each item in balloon
      tell item to
        for i = 1 to 180
          change y by cos of i
      wait (5) secs

```

when I start as a clone

show

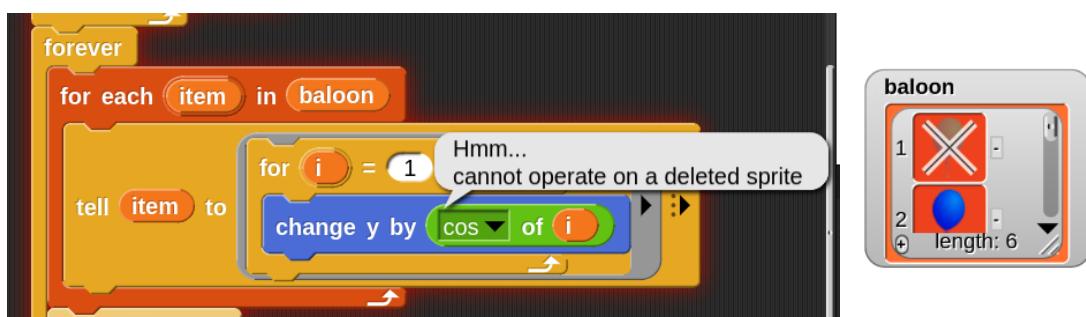
Snap! では作成したクローンをリストなどの変数に入れることができるので、それを使って対象を指定して操作することができます。

```

when I am clicked
  repeat (36)
    change y by 10
    delete this clone

```

左のスクリプトを作成し、上記スクリプトの実行中に風船をクリックすると、そのクローンが削除されるので次のようなエラーが起ります。



クローンを格納したリストの要素が削除済みということで、「×」になっています。「削除されたスプライトに対して操作することはできない」というエラーになります。

```

when I am clicked ▾
repeat (36)
  change y by (10)
  delete index of object myself in balloon of balloon
  delete this clone

```

このようにすると、クリックされたクローンは削除されます。しかし、waitしている時なら問題ないのですが、for each 実行中にクリックすると期待するような item の順番にならないようです。

これに対処する一つの方法です。スプライト変数は各スプライトの中だけで有効な変数です。クローンもスプライトなので、スプライト変数を使用するとそれは同じ名前でも各クローン独自のものです。スプライト変数 id に balloon リストの位置番号を記憶させます。そうすると、クローン 1 は 1、クローン 2 は 2、... と、各クローンはリスト位置を示す変数 id を持ります。削除対象のクローンの id をインデックスとして balloon リストの要素を空で書き換えます。balloon の要素が空の時は、tell 操作をしません。

```

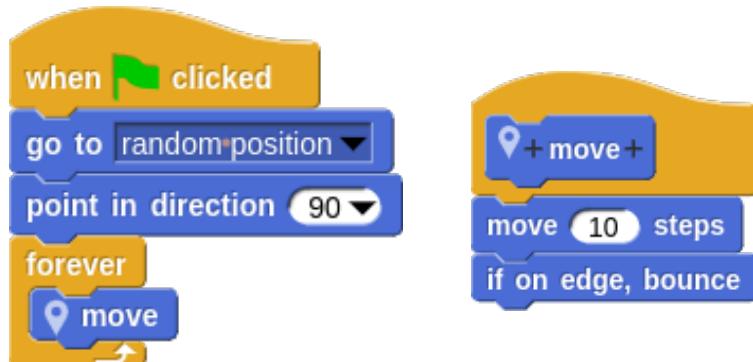
when green flag clicked
  hide
  clear graphic effects
  set size to (50) %
  go to x: (-200) y: (-140)
  set balloon to (list)
  for (i = 1 to 6)
    set id to (i)
    add (a new clone of myself) to balloon
    change color effect by (8)
    change x by (80)
  forever
    for each item in balloon
      if not (item = [blank])
        tell item to
          for (i = 1 to 180)
            change y by (cos (i) of item)
        wait (5) secs
      end
    end

```

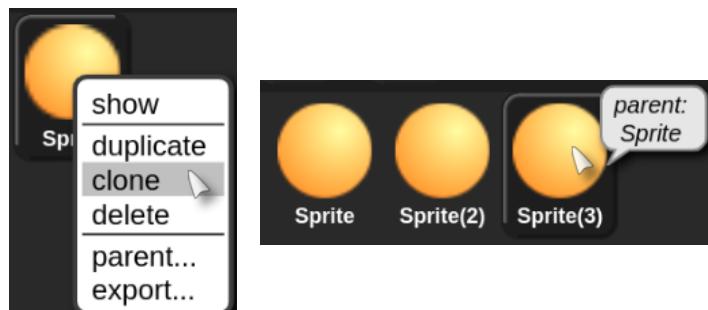
8.11.2 パーマネントクローン

パーマネントクローンはテンポラリクローンとは違って、 をクリックしても消滅しません。作成したクローンとは親と子の関係になり、親側のスクリプトの変更が子側に反映されます。ユーザー定義ブロックを `for this sprite only` で作成すると子側で定義を変更できるので、同じブロック名でそれぞれクローンごとに違った動作をさせることができます。

ボールを使います。`ball` のコスチュームをインポートしてください。次のようにスクリプトを作成します。ユーザー定義ブロック `move` を `for this sprite only` でローカルな定義として作成します。変数を作成する場合はローカルな変数を使用します。



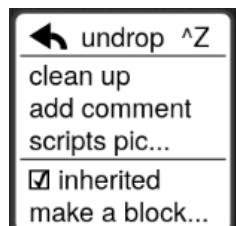
スプライトコラルで `Sprite` を右クリックして、クローンを二つ作成します。作成されたクローンのところにマウスカーソルを置くと、`parent: 親が Sprite` であることを表示します。



クローンである `Sprite(2)`, `Sprite(3)` には、`Sprite` と同じスクリプトがコピーされています。親である `Sprite` のスクリプトを変更すると、子である `Sprite(2)`, `Sprite(3)` のスクリプトに反映されます。例えば、サイズを 50 などと変えてみてください。

スクリプトエリアで右クリックすると右図のように `inherited` がオンになっています。この状態だと子側も親側のスクリプトと同じになります。

しかし、子側でスクリプトを変更してしまうと `inherited` がオフになり、親側の変更が反映されなくなってしまいます。その場合は `inherited` をオフにしてやれば、親側と同じスクリプトに戻ります。



クローンを作成した時に親側のユーザー定義ブロックも子側にコピーされています。しかし、この `move` ブロックは `for this sprite only` で作成されているので、親側で変更しても子側は変わりません。子側で変更しても `inherited` の状態は変わりません。次のように子側の `move` 定義を変更してください。各スプライトで同じ名前の `move` ブロックですが、それぞれ違った動作をさせることができます。

Sprite(2)

```

+ move +
move (10) steps
if [touching edge?]
  change color effect by (25)
end
if on edge, bounce

```

Sprite(3)

```

+ move +
move (10) steps
if [touching edge?]
  point in direction (pick random (10) to (80))
end
if on edge, bounce

```

8.12 flat line ends

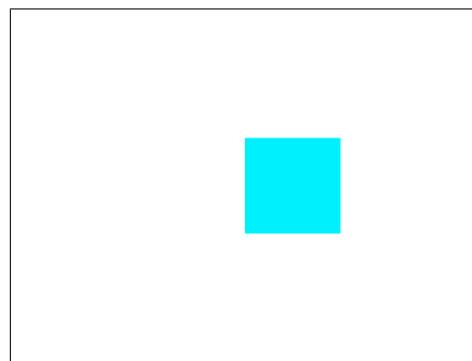
Sensing のパレットに `set [video-capture] to []` があります。

これを flat line ends にして六角形のスロット部分をクリックして、`set [flat-line-ends] to []` にすると、ペンで描く線の端を平ら (true) にすることができます。false で丸くする指定になります。

```

clear
hide
pen up
go to x: (0) y: (0)
set [flat-line-ends] to [ ]
set pen color to [red]
set pen size to (100)
pen down
go to x: (100) y: (0)
pen up

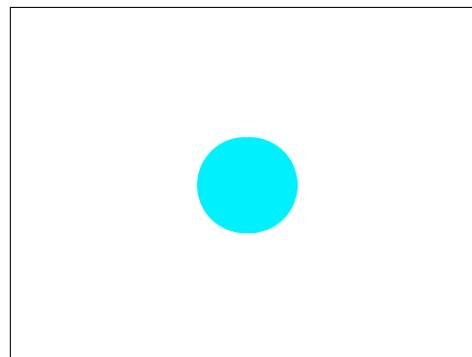
```



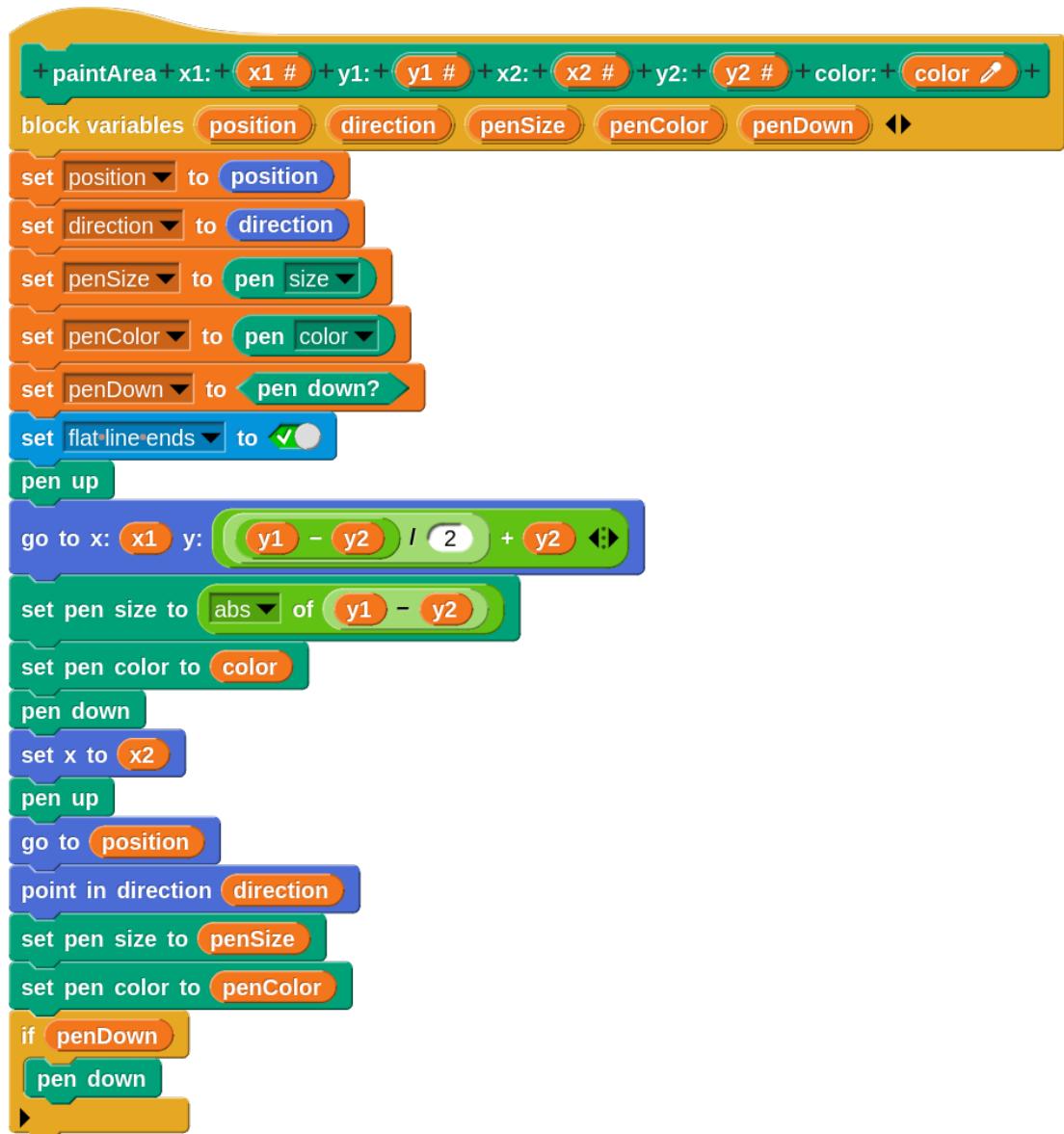
```

clear
hide
pen up
go to x: (0) y: (0)
set [flat-line-ends] to [ ]
set pen color to [red]
set pen size to (100)
pen down
go to x: (5) y: (0)
pen up

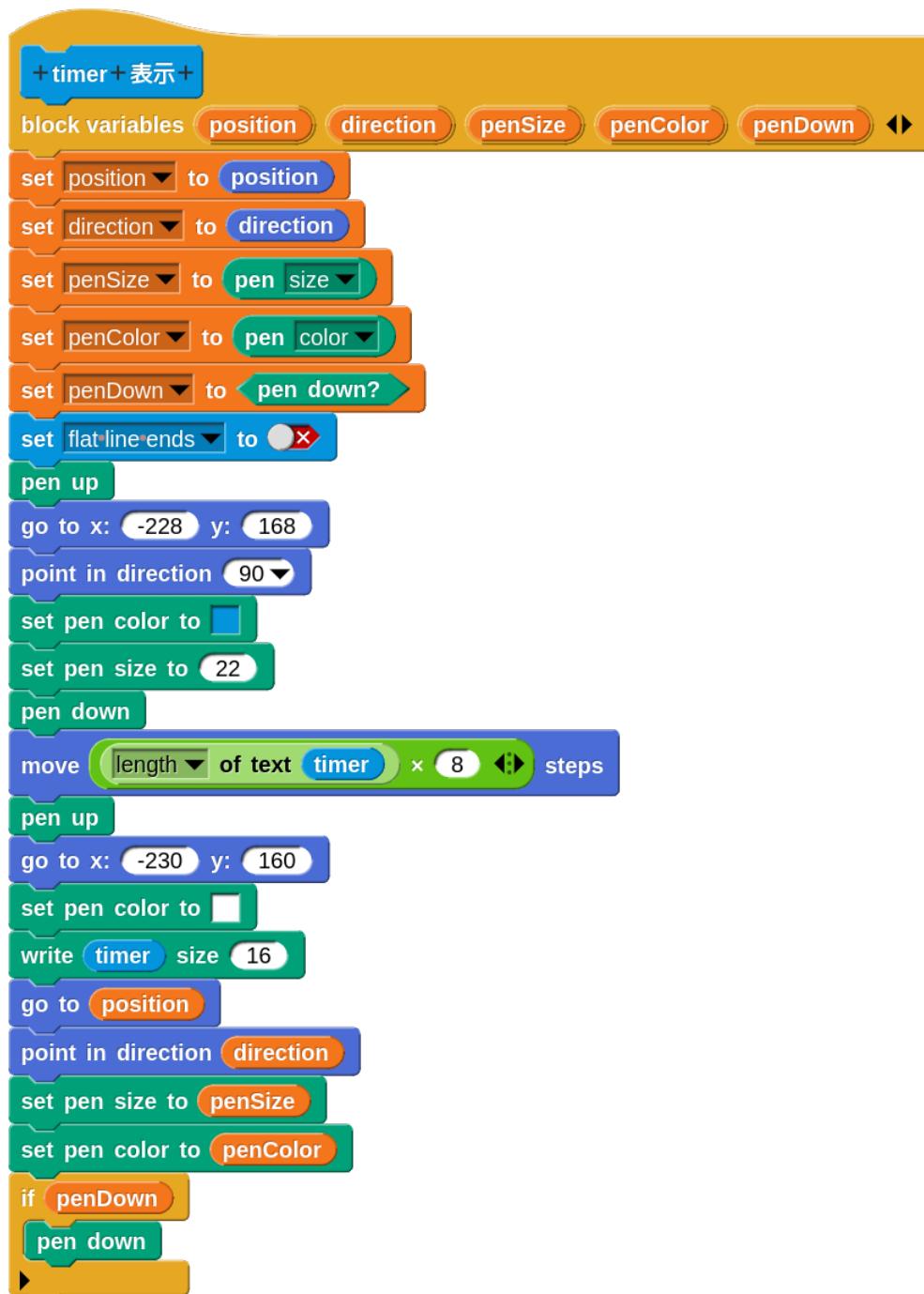
```



対角の座標を指定して、そのエリアを塗りつぶす定義ブロックです。color: での入力で色の指定ができます。背景の色を指定するとクリア指定になります。他のスクリプトに影響を与えないようにブロック内変数にスプライトの位置や角度の情報とペンの情報をキープさせています。



プログラムの実行中に何かデータを表示するには変数ウォッチャーを使ってリポートすることができますが、大きさや色などを変更したい場合があります。次のように Pen 機能を使用すると、timer 表示の代わりとすることができます。



89 ページで getc での入力を say ブロックで行いました。代わりに Pen パレットの機能を使ってみます。88 ページで定義した getc, when any key ブロックも使用します。

21

The Scratch script uses the Pen palette to handle character input. It starts by hiding the sprite, setting the key variable to off, creating an empty list for characters, setting the pen size to 40, and enabling flat line ends. It then clears the stage and sets the pen up. It moves to position (-200, 0), sets the pen color to black, and writes "3x7は?" with size 40. A repeat loop begins until the enter key is pressed. Inside the loop, it writes the current key value with size 40. If the key is Backspace and the list is not empty, it removes the last character. Otherwise, if the character is a number and the list length is less than 2, it adds the character to the list. After the loop, it clears the input area by changing y by size/3, sets the pen color to cyan, and changes the pen size to size + 2. It then goes down, changes x by size + size/2, goes up, and goes to position xy to write the joined list with size 40. Finally, it reports the joined list.

```
script variables [入力キー v] [入力文字リスト v] [size v] [xy v]
when green flag clicked
  hide
  set [入力キー v] to [off]
  set [入力文字リスト v] to []
  set [size v] to [40]
  set [flat-line-ends v] to [on]
  clear
  pen up
  go to x: [-200] y: [0]
  set pen color to [black]
  write [3x7は?] size [size]
  set [xy v] to [position]
  repeat until [入力キー = [enter] v]
    write [入力キー] size [size]
    if [入力キー = [Backspace] v] and [not [is [入力文字リスト] empty?]]
      delete [last] of [入力文字リスト]
    else if [is [入力キー] a [number] v] and [length of [入力文字リスト] < [2] v]
      add [入力キー] to [入力文字リスト]
    end
    go to [xy v]
    change y by [size / 3]
    set pen color to [cyan]
    set pen size to [size + 2]
    pen down
    change x by [size + size / 2]
    pen up
    go to [xy v]
    set pen color to [black]
    write [join [入力文字リスト]] size [size]
  end
  report [join [入力文字リスト]]
```

8.13 角度

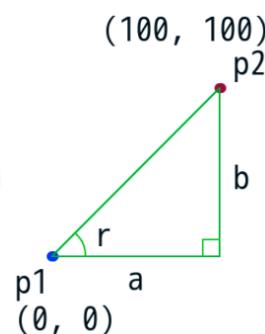
スプライトがある方向に向けたい場合、**point towards** Sprite(2) のようにすれば他のスプライトの方向に向けられます。ある座標に向けるならば **point towards** list Px Py のように指定できます。

直接角度を指定する時は **point in direction** 90 を使いますが、このブロックで指定する角度は右向きが 90 度で上向きが 0 になっていて、一般的な角度の指定方法とは違っています。一方、Snap! に用意されている sin や cos などの三角関数用のブロックでは右向きが 0 度の一般的な指定方法になっています。(ラジアンではありません)

point in direction 90
turn r degrees または、
point in direction 90 - r とします。

右図で角度 r は $\text{atan}(\frac{b \text{の長さ}}{a \text{の長さ}})$ で求めることができます。

atan of p2y - p1y / p2x - p1x 45

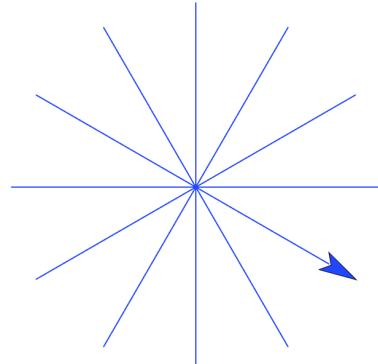


atan を使用すると象限によって向きが逆になるので atan2 を使用します。

```

clear
set pen color to blue
set pen size to 1
set r to 0
for i = 1 to 12
  pen up
  set Px to 150 * cos of r
  set Py to 150 * sin of r
  go to center
  pen down
  point in direction 90 - atan2 Py - 0 / Px - 0
  glide 1 secs to x: Px y: Py
  change r by 30
pen up

```

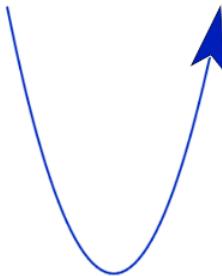


方程式のグラフを描く場合、微分によって接線の傾きが求められるのでスプライトの角度に利用することができます。

```

clear
pen up
set pen color to blue
set pen size to 1
set x to -2.5
set m to 20
go to x: (x * m) y: (x * x * m)
pen down
repeat until (x > 2.5)
  change x by 0.1
  point in direction (90 - atan2 (2 * x) / 1)
  go to x: (x * m) y: (x * x * m)
pen up

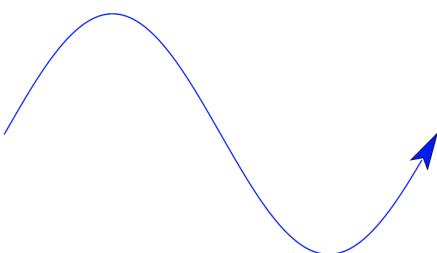
```



```

clear
pen up
set pen color to blue
set pen size to 1
set x to -180
set m to 100
go to x: (x) y: (sin of 0 * m)
pen down
for (r) = 0 to 360
  point in direction
    (90 - atan2 (sin of (r + 1) - sin of r) * m / 1)
  go to x: (r) y: (sin of r * m)
  change x by 1
pen up

```



割り算の分母に 0 は使用不可ですが、
atan や atan2 では有効です。

$$\frac{100}{0} \quad \text{Infinity}$$

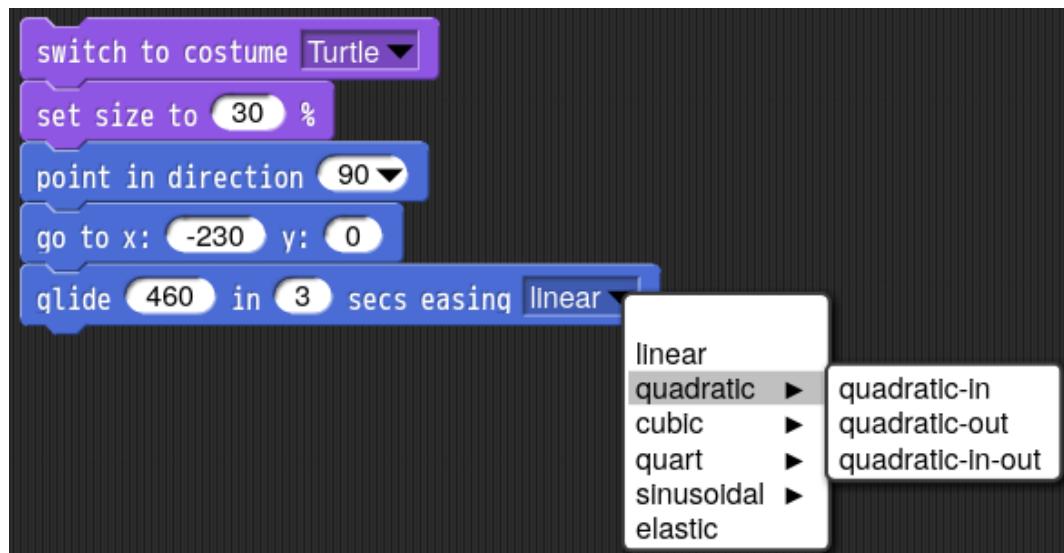
$$\text{atan of } \frac{100}{0} \quad 90$$

$$\text{atan2 } \frac{100}{0} \quad 90$$

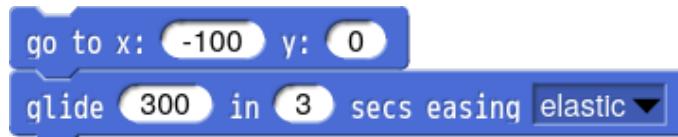
8.14 Animation

Animation (animation_module.xml) ライブラリーをインポートすると、スプライトを動的に変化させるブロックが使えます。

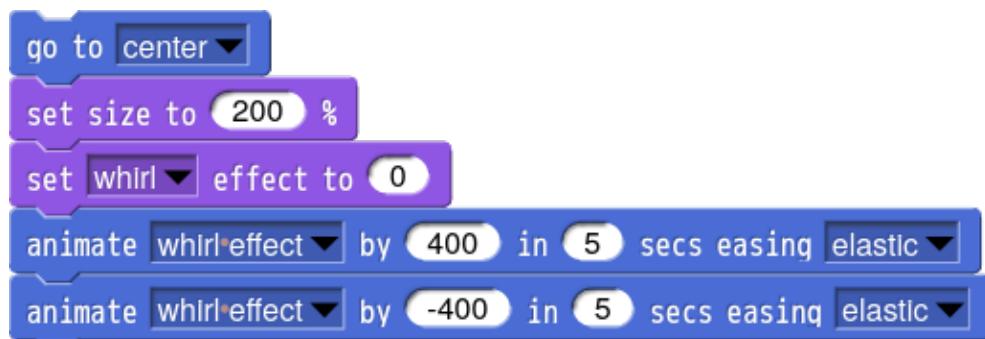
Animation の glide は移動距離と実行秒数、easing の機能で動き方を指定することができます。linear は普通の移動です。quadratic, cubic, quart はそれぞれ、経過時間に対して 2 乗, 3 乗, 4 乗の計算式を使って移動スピードを変化させます。次のスクリプトを実行するとスピードの変化が分かります。-in (徐々に加速する), -out (減速して終了), -in-out (徐々に加速して減速して終了) のオプションがあります。sinusoidal は sin を計算式に使用します。quadratic よりも加速はゆっくりです。



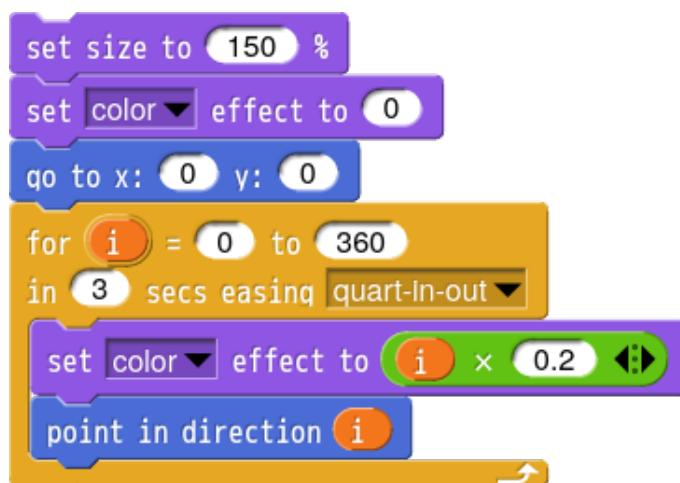
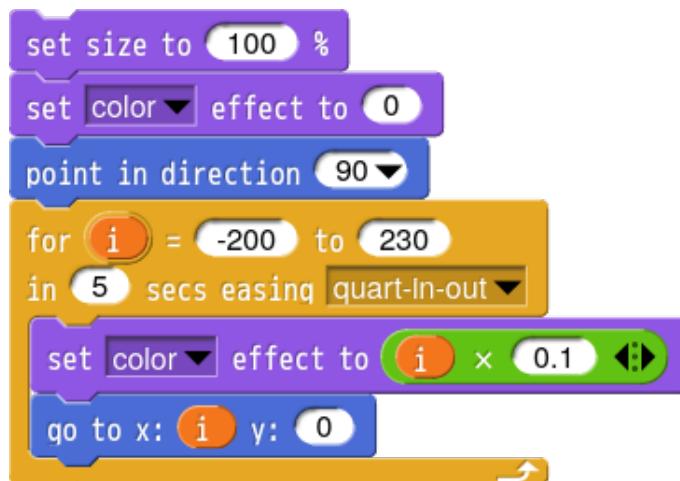
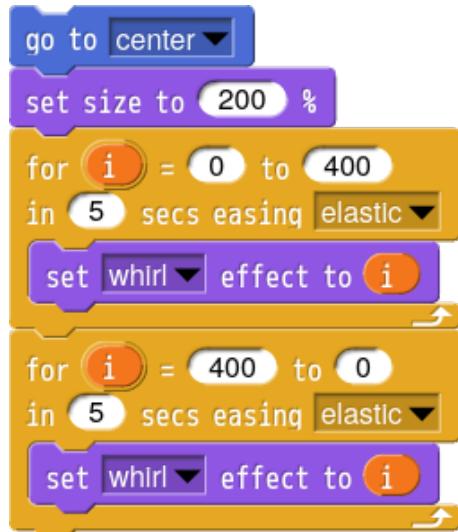
elastic は、一、二、三と反動を使って動き始めるような動きです。移動範囲の関係で上のスクリプトの go to 以下を次のように変更する必要があります。



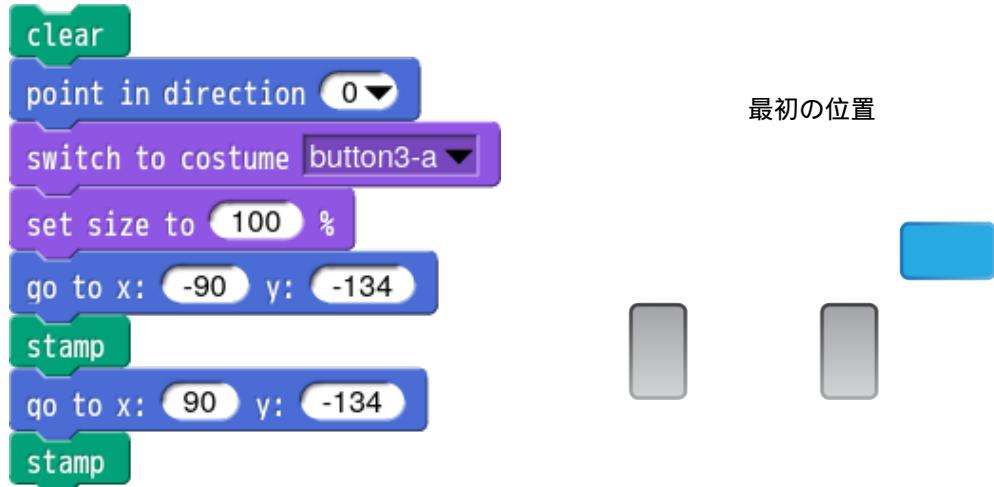
animate を使うと、いろいろな項目をその時点の値から指定した変化量になるまで指定した時間内で easing のオプションにより変化させることができます。



Animation の for ブロックを使っても同じようなことができます。easing の指定で関係するのは指定された秒数と Upvar 変数 i の値です。



駐車のシミュレーションをしてみます。上から見た車のコスチュームがないので button3-a b で代用します。まず、両側の車をセットします。



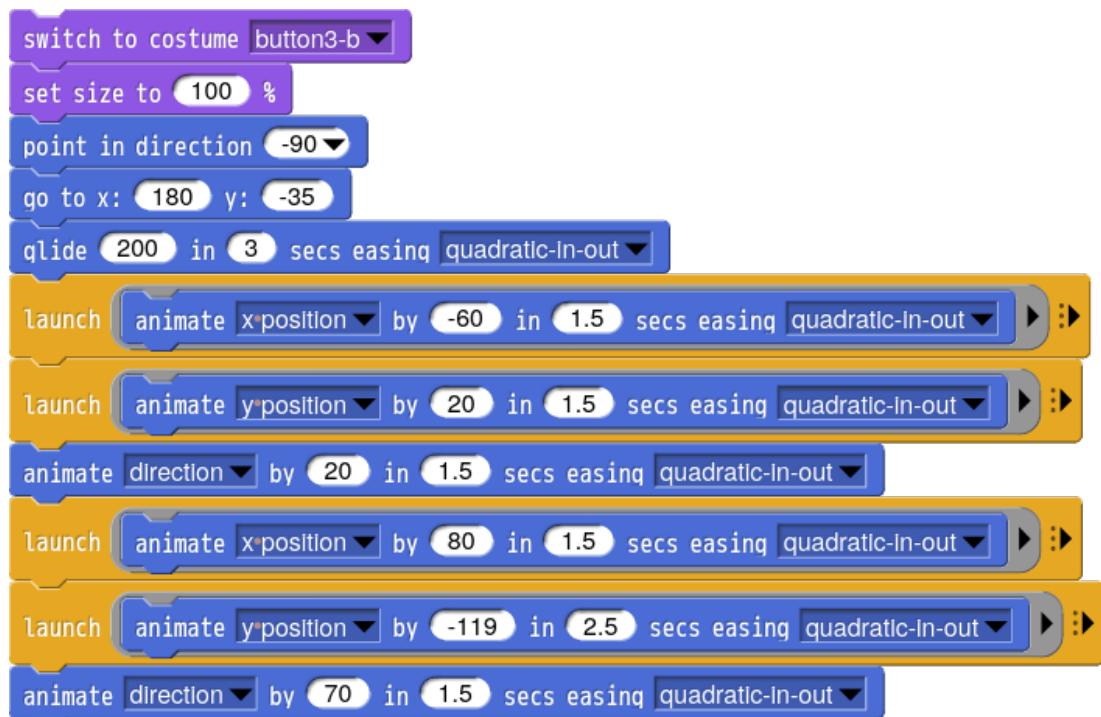
右に回転しながら位置決め



駐車完了



launch を使って位置と向きの変化を同時進行させています。



8.15 anchor アンカー

スプライトに関して、ボディーとパーツを別に用意してくっつけるというやり方があります。そうすると、パーツをボディーの一部として付帯しながらパーツ自体の動きをさせることができます。



二つのスプライトを用意し、alonzo と balloon のコスチュームをそれぞれに設定してください。

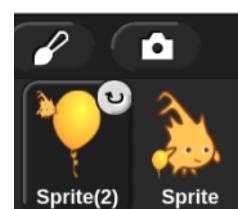
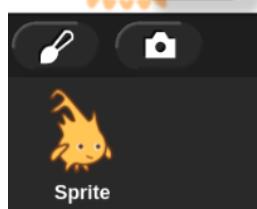
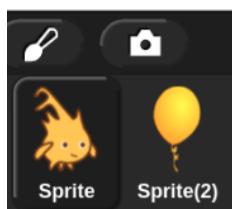
ステージ上で alonzo の手に風船を持たせてください。



balloon をエディターで開いて、動きや回転の中心を糸の端にします。

alonzo 側の中心位置変更の必要はありません。

アンカー操作には二つのやり方があります。コラールにある風船のスプライトをステージ上の alonzo のスプライトのところに持っていくとハロがでます。ドロップするとコラールのスプライトの表示が変化します。



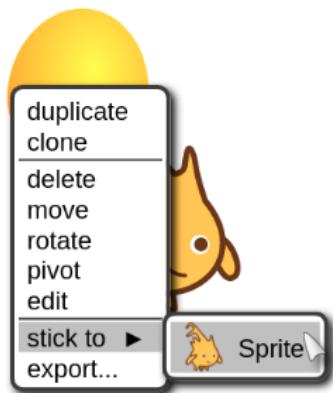
テストスクリプトです。

alonzo は動く風船を持ちながらマウスポインターに付いて行きます。

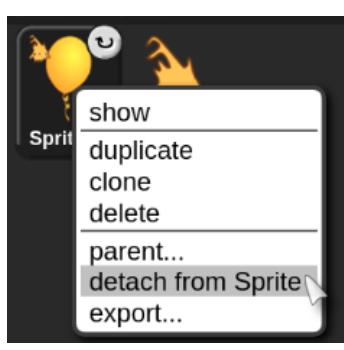
alonzo のサイズを変更すると、連動して風船のサイズも変更されます。

Sprite
when green flag clicked
forever
go to mouse-pointer

Sprite(2)
when green flag clicked
point in direction 90
forever
for i = 1 to 10
turn 1 degrees
for i = 1 to 10
turn -1 degrees

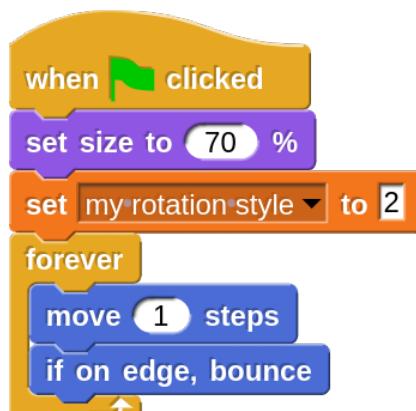
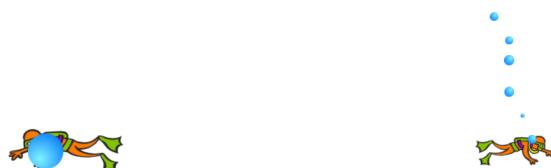


アンカー操作のもう一つのやり方は、ステージ上の風船のスプライトのところで右クリックすると出てくるオプションから `stick to` で `allonzo` を選択する方法です。



アンカーを解除するには、ステージ上かコラールにある風船のスプライトを右クリックして、オプションから `detach from Sprite` を選択します。

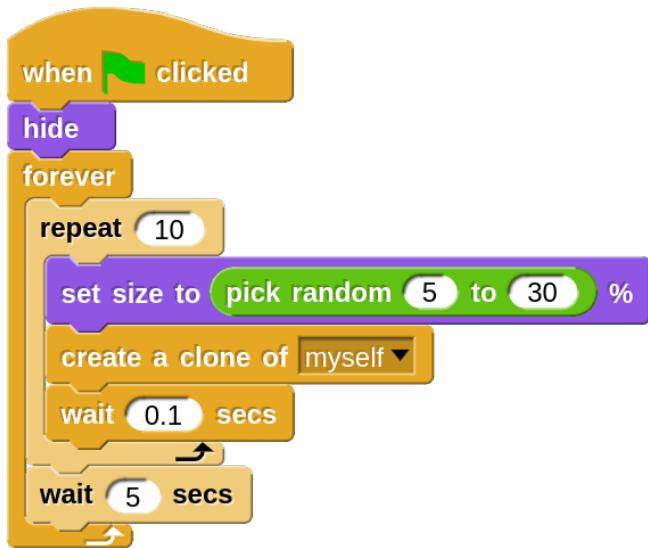
青いボールをアンカーを使ってダイバーに付帯させて、吐いた息のように見せてみます。このように両者の y 座標を合わせてセットしてからボールをダイバーに `stick` させます。



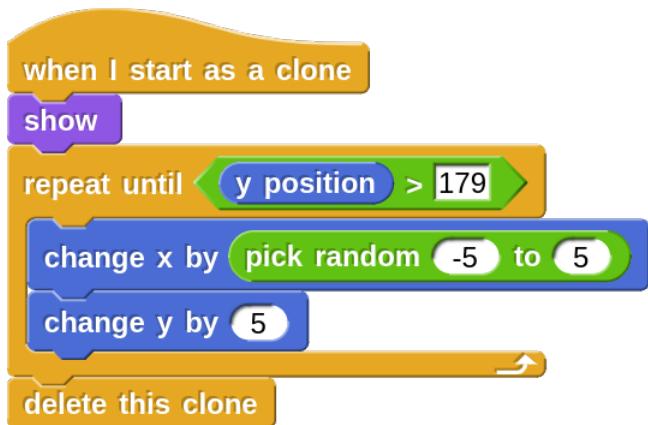
ダイバーのスクリプトです。

ボールのスクリプトです。ボール本体はダイバーに付帯していますが、クローンはその座標を起点にして浮上していきます。**go to ダイバー** を使ってもできることではあります。

サイズを変化させて、泡っぽく見せています。



× 座標をランダムに変化させて揺れながら上昇する感じを出します。



8.16 JavaScript function (オプション 5 ページ参照)

Snap! には、JavaScript コードを実行させるブロックがあります。次の例は JavaScript 側から数値を返すものです。

call [JavaScript function () { return 10; }] 10

call の入力スロットに入れたものが対応する JavaScript の入力スロットにセットされて JavaScript 側からアクセスできるようになります。

call [JavaScript function (n) { return n; }] with inputs 1 1

「+」は文字列連結優先です。 set [x] to [2] の場合です。

21

call [JavaScript function (n) { return n + 1; }] with inputs x

「n - 1」は算術演算されて数値 1 になり数値同士の算術演算により $1 + 1 \rightarrow 2$ となります。

2

call [JavaScript function (n) { return n - 1 + 1; }] with inputs x

set [x] to [1 + 1] にすると n は数値として扱われます。

3

call [JavaScript function (n) { return n + 1; }] with inputs x

call の with inputs スロットにはどのような値を持つ変数が入力されるか分かりません。それを確実に数値として扱うには Number() で変換する必要があります。

3

call [JavaScript function (n) { return Number(n) + 1; }] with inputs x

リバースした文字列を返します。str.length は文字数を返します。JavaScript のインデックスは 0 から始まるので length - 1 が最後尾の位置になります。str.charAt(i) は i 番目の文字を返します。

The Scratch script consists of a report block. Inside the report block, there is a call to a JavaScript function that takes a string as input and returns its reverse. The JavaScript code is as follows:

```
var reverse = "";
for (var i = 0; i < str.length; i++) {
    reverse = str.charAt(i) + reverse;
}
return reverse;
```

The report block has a "str" input slot.

strReverse abc123

321cba

次のように Snap! 側では JavaScript の配列を扱うことはできないようです。

call JavaScript function () { return [1,2,3]; }

«1»

受け取ったリストをただ返すだけならば問題ありません。

call JavaScript function (list) { return list; }
with inputs list a b c

1	a
2	b
3	c
+	length: 3

Snap! のリストを JavaScript 側で操作するには `asArray()` で配列に変換した変数に対して操作する必要があります。操作の結果はリストに反映されます。必ず入力スロットにセットされたリスト変数を返してください。この場合、`l` ではなく `list` です。配列の先頭のインデックスは 0 です。

call JavaScript function (list) {
var l = list.asList();
l[1] = "x";
return list;
}

with inputs list a b c

1	a
2	x
3	c
+	length: 3

次の例は、JavaScript 側から 1 から 5 の二乗のリストを返すものです。

JavaScript 側で作成した配列を Snap! 側に返すには必ずリストとして返さなければならぬので、データとしては必要なくとも Snap! 側から JavaScript 側にリストを引数として渡す必要があります。空の配列に `push` で要素を追加して配列を作成するのですが、空の配列を用意するために `l = [];` としてしまうとリストへの参照がなくなってしまいます。`list` とは別物になり、`l` への操作が `list` に反映されなくなります。Snap! 側から空のリストを渡すことにはリストという入れ物の受け渡しとリスト（配列）の初期化という二つの重要な意味があります。

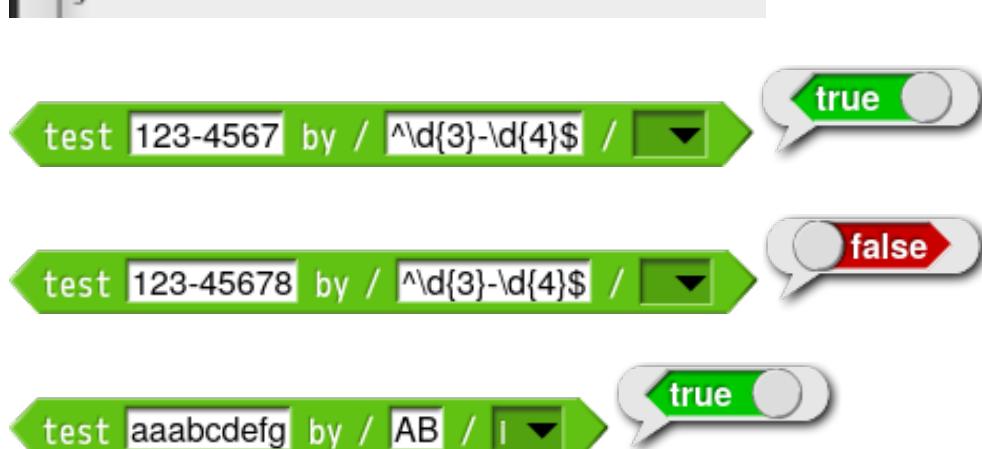
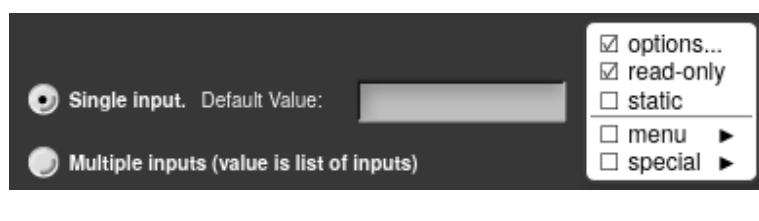
1	1 ² = 1
2	2 ² = 4
3	3 ² = 9
4	4 ² = 16
5	5 ² = 25
+	length: 5

call JavaScript function (list) {
var l = list.asList();
for (var i = 1; i <= 5; i++) {
l.push(i + "² = " + i * i);
}
return list;
}

with inputs list

文字列操作で威力を発揮するのが正規表現です。Snap! でも JavaScript の正規表現を利用するすることができます。例えば郵便番号を正規表現で表すと、`/ \d{3}-\d{4}\$/` になります。「先頭 () から数字 (\d) が三桁 ({3}) 、ハイフン、数字が四桁で末尾 (\$) のパターンをスラッシュで囲んでいます。ここにメソッドによって、フラグで機能指定することができます。Snap! 側からスラッシュ内部のパターンと機能指定を送ることでメソッドを利用することができます。

パターンと一致するかをテストするブロックです。`RegExp()` で正規表現パターンに変換しています。`test()` の機能指定は `flag` で行いますが、このブロックで使用できるのは `i(ignore 大文字小文字の区別をしない)`、`g(global)` にしています。`g` は本来複数ヶ所のマッチを可能にするものですが、`find` で使用する際に入力スロットを空にしない目的で使用します。`flag` は `read-only`、`options...` (`i`, `g`) で設定しています。Default value は無指定です。



`find` などの条件指定に `test` を使用するのも有益です。ただし、`flag` が無指定の場合はリングから `value` を取り出して `str` にセットしなければならなくなるので、必要のない `g` 機能を指定しています。

和夫

find first item test [] by / 和 / g in
list 太郎 五郎 和夫 友和 雄一

1 和夫
2 友和
length: 2

keep items test [] by / 和 / g from list 太郎 五郎 和夫 友和 雄一

map で使用すると true か false のリストになるのでそこからインデックスを求められます。

3

index of true in
map test [] by / 和 / g over list 太郎 五郎 和夫 友和 雄一

str の中から指定された pattern を探してマッチした位置を返す search です。ない場合は 0 を返します。pattern を Any type、str を Text に設定して入力スロットの大きさを変えています。flag は read-only、options... (i) で設定しています。Default value は無指定です。

+ search + / + pattern + / + flag + in + str +
report call JavaScript function (ptn f s) { var rx = new RegExp(ptn, f); return s.search(rx) + 1; }
with inputs pattern flag str

i flag の有無により大文字小文字を区別するか指定します。

search / ab / [] in 1AB4ab 5

search / ab / i [] in 1AB4ab 2

次のようにすると、末尾がないなら 0、末尾なら位置を表示します。

search / AB\$ / i [] in 1ab4ab 5

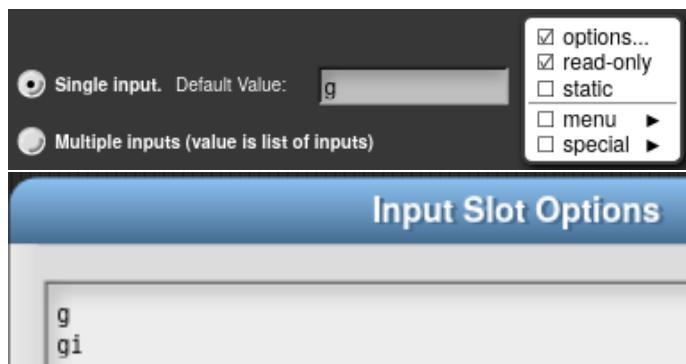
次のようにすると、最後にマッチした位置を表示します。



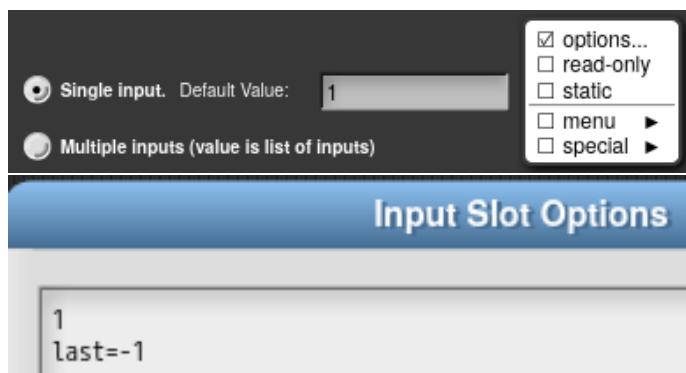
何番目にマッチしたかを指定して位置を求める index です。flag に g は必須です。match() はマッチした要素の配列を返すので、そこからマッチした要素数を求めます。g flag 付きの exec() は継続検索を実行します。

```
+ index + n # = 1 + /+ pattern + /+ flag = q + in + str +  
call report [JavaScript function ( n ptn f s ) {  
var rx = new RegExp(ptn, f);  
var result;  
if (n < 0) n = s.match(rx).length + n + 1;  
if (n <= 0) return 0;  
while (n > 0 && (result = rx.exec(s)) != null) {  
n--;  
}  
if (result == null) return 0;  
else return result.index + 1;  
} with inputs n pattern flag str ]
```

flag の設定です。
read-only, options...(g, gi)
Default は g です。



n の設定です。
数値入力可なので read-only ではありません。
Default が 1 で、負数で最後からのカウントになります。-1 で最後にマッチしたものになります。options...(1, last=-1) になります。

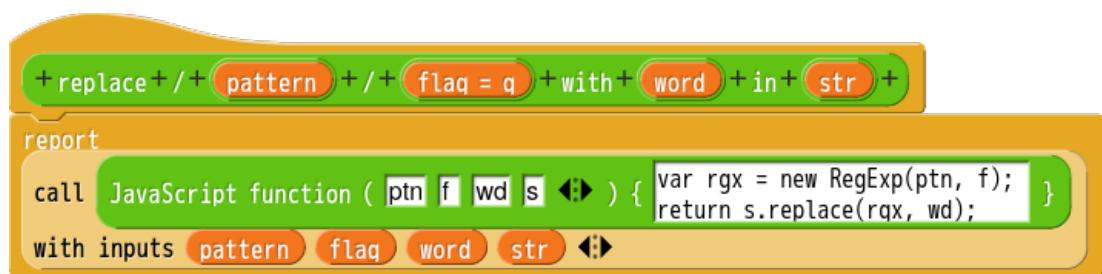


index 2 / ab / g in 1abc5abd9ab 6

index -1 / ab / g in 1abc5abd9ab 10

index -1 / \d / g in 1abc5abd9ab 9

replace です。str の中で pattern とマッチしたものを word で入れ替えます。マッチしない場合は str をそのまま返します。flag は read-only、options... (g, gi) で設定しています。Default value は g です。g はマッチした複数箇所すべての要素の入れ替えを指定します。g が指定されないと最初にマッチした一箇所だけになります。i が指定されると大文字小文字の区別なく変更します。



replace / ab / g with xy in 1ab2AB3 1xy2AB3

replace / ab / gi with xy in 1ab2AB3 1xy2xy3

正規表現「\d」は数字を表し、「+」で 1 個以上の指定になります。

replace / \d+ / g with N in 1a2b345c NaNbNc

正規表現「\s」は空白を表します。半角全角どちらの空白にも対応します。

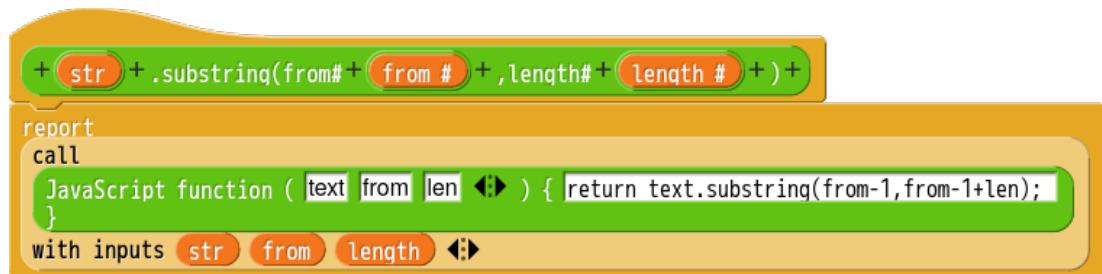
replace / \s+ / g with █ in 1 a b 1a2b

正規表現で指定して「-」の左右の要素を交換します。かっこで囲むとグループ化されて、replaceではマッチした要素が左から \$1、\$2、\$3、… で参照できます。「.」は、改行以外の一文字を表します。「*」で 0 個以上の指定になります。

replace / `(.*)(.*)` / `▼` with `$2-$1` in `一二-三四`

三四-一二

JavaScript には、substring や slice という部分文字列を抽出するメソッドがあります。これを使って文字列の何番目から何文字を取り出すブロックを定義してみます。JavaScript では文字のインデックスは 0 から始まります。



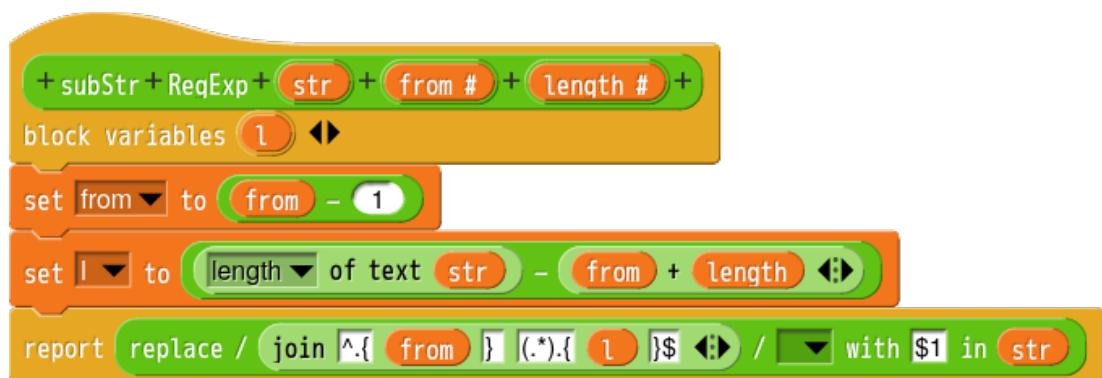
半角文字も全角文字も正しくカウントされます。

12345一二三四五 .substring(from# 4 ,length# 4)

45一二

replace ブロックを使って（部分文字列）をマッチさせて取り出すこともできます。

「.{n}」で改行以外の一文字を n 個の意味になります。



subStr RegExp 12345一二三四五 4 4

45一二

match メソッドを使うと、正規表現を使って取り出した要素をリストで返してくれます。

A Scratch script showing the implementation of the match method. It includes a green script area with the following code:

```
var rgx = new RegExp(ptn, f);
var mL = L.toArray();
var m = s.match(rgx);
if (m != null) {
    for (var i = 0; i < m.length; i++) {
        mL.push(m[i]);
    }
}
return mL;
```

Below the script are four orange buttons labeled "pattern", "flag", "str", and "list".

flag は read-only、options... (g, gi) で設定しています。Default value は g です。

変数名を抽出します。(予約語にもマッチします。)

Three examples demonstrating the match method:

- Example 1:** `match / [a-z$_][a-z\d$_]* / . gl in var•m•=•s.match(p);` Results in a list of 5 items: 1. var, 2. m, 3. s, 4. match, 5. p.
- Example 2:** `match / \d+[a-z]+ / . g in 1a12AB123abc` Results in a list of 2 items: 1. 1a, 2. 123abc.
- Example 3:** `match / \d+ / . g in abc` Results in an empty list: length: 0.

Snap! の bitwise library にはビット演算をするブロックがありますが、JavaScript の機能を使って作ってみます。

十進数では一桁を 0 ~ 9 の数値だけを使用して、一桁で表せない時は桁上がりして表記します。上位の桁はその桁の $\times 10$ であり、十進数の 123 は $1 \times 10^2 + 2 \times 10^1 + 3 \times 10^0$ という意味になります。二進数では一桁を 0 と 1 の数値だけを使用します。上位の桁はその桁の $\times 2$ であり、二進数の 111 は $1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0$ という意味になります。

二進数では一つの桁をビットと言い、4 ビットをニブル、8 ビットをバイトと言います。

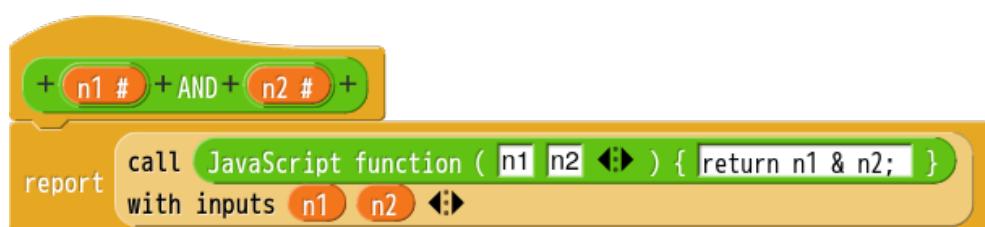
主要なビット演算として、ビット反転 (NOT)、論理積 (AND)、論理和 (OR)、排他的論理和 (XOR) があります。2 つの 1 ビットの数 n1, n2 が取り得る値 0, 1 に対してのそれぞれのビット演算の結果を示します。

n1	n2	AND	OR	XOR
0	0	0	0	0
0	1	0	1	1
1	0	0	1	1
1	1	1	1	0

論理積 (AND) は両方の値が 1 の時だけ 1、
論理和 (OR) は片方だけでも 1 ならば 1、
排他的論理和 (XOR) は双方の値が異なる時だけ 1 になります。

JavaScript には論理積 (AND) 演算子として "&"、論理和 (OR) 演算子として "|"、排他的論理和 (XOR) 演算子として "^^"、ビット反転 (NOT) 演算子として "~" があります。

AND ブロックの定義です。n1 と n2 が整数であることを前提にしています。



“&” の部分を “|” にすれば OR 演算、 “^^” にすれば XOR 演算になります。

NOT ブロックです。NOT はビット反転です。つまり、そのビットが 0 ならば 1、1 ならば 0 に反転させます。



0 の NOT が -1 というのは分かりにくいと思います。二進数値の桁数を 4 桁、4 ビット (ニブル) に限定してみます。すると表せる数は 0000 ~ 1111 (十進数では 0 ~ 15) になります。0000 の NOT は 1111 になります。二進数では、最上位ビットをサインビット (符号ビット) として使用することで負数も扱えるようにしています。その場合、1111 は最上位ビットが 1 なので負数です。1111 + 0001 を行うと桁上がりをして 4 ビットの範囲では 0000 にな

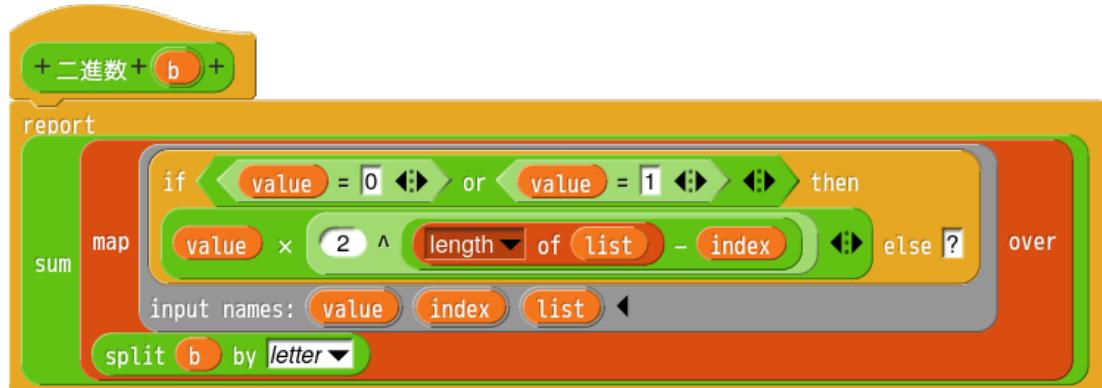
ります。つまり、1111 は 0001 に加えると 0000 になる数である十進数の -1 ということになります。二ブルで表せる符号付き数は 1000 ~ 0111、十進数の -8 ~ 7 になります。
 $0001 + 1111 = 0000$ のような桁上がりの有無を機械語ではキャリーとして利用します。

整数 n に対して NOT を取り 1 を加えると、 $n \times (-1)$ の値を得ることができます。

NOT [1] + [1] NOT [-1] + [1]

二進数で数値を指定するリポーターブロックを作成してみます。b の入力のタイプは text です。split で二進数値を各桁要素のリストにしていますが、letter all of b でも可能です。

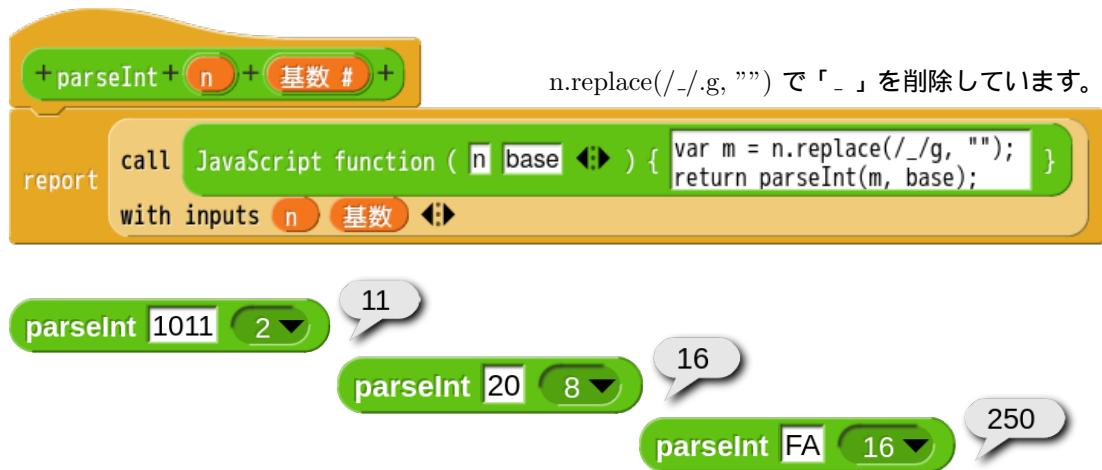
二進数 1100 の場合、 $1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 0 \times 2^0$ なので、それぞれの桁ごとにエラーチェックをしながら map で十進数に変換して、得られたリストを sum で合計します。



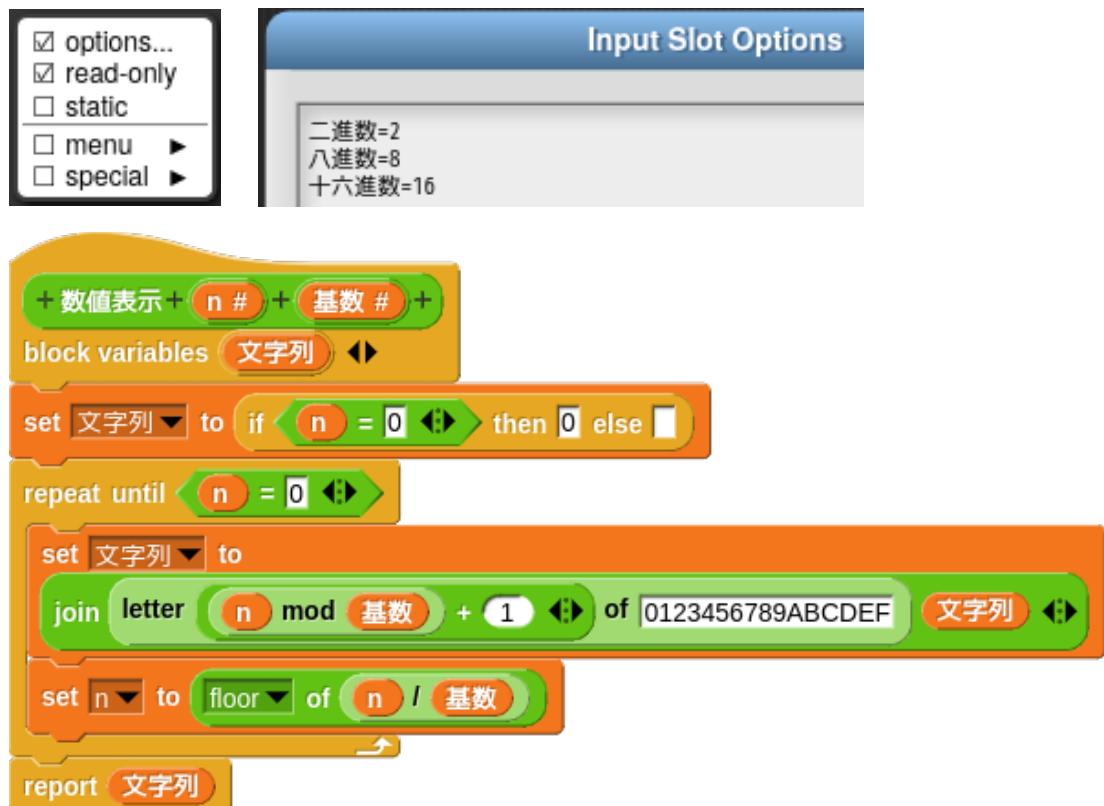
二進数では 0 と 1 しか使わないので、それ以外は「?」に置き換えてエラーになるようにしています。

二進数 [123] NaN 二進数 [1100] 12

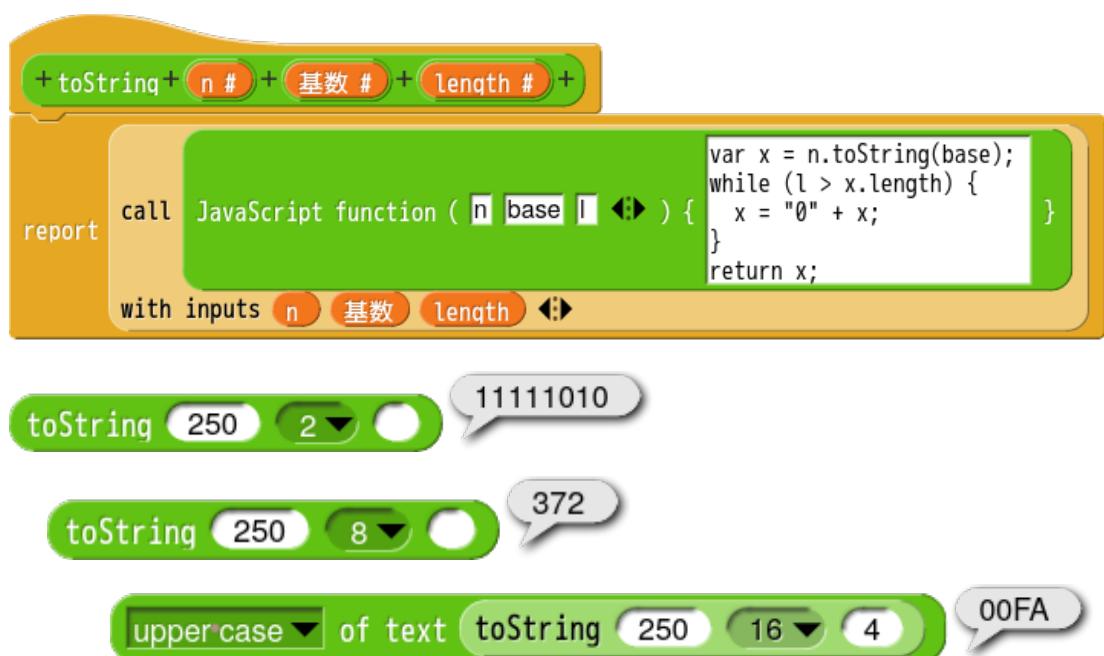
JavaScript には文字列を整数に変換する parseInt 関数があります。2 番目の引数で基数を指定できます。2 で二進数、16 で十六進数の文字列からの変換になります。なお、「base」と「基数」が合っていませんが、JavaScript の引数には名前ではなく inputs のスロット位置に対応した値がセットされます。規定の文字以外（_ を除く）が現れた時点で変換を終了します。エラー処理はしません。二進数などで 1000_1010 のように「_」を挿入可にしてみました。



こうなると、数値を二進数表示するブロックも必要です。どうせなら基底を指定して文字列にする定義ブロックにしてみます。ただし、対応しているのは二、八、十六進数です。
変数「基底」は、read-only、options... (2, 8, 16) を設定しています。



JavaScript では `toString` がそれをしてくれます。
桁数が指定できて 0 で埋めます。無指定又は必要な桁数以下なら無視します。
while では、指定の桁数になるまで "0" を連結することを繰り返します。



AND と XOR の使用例です。

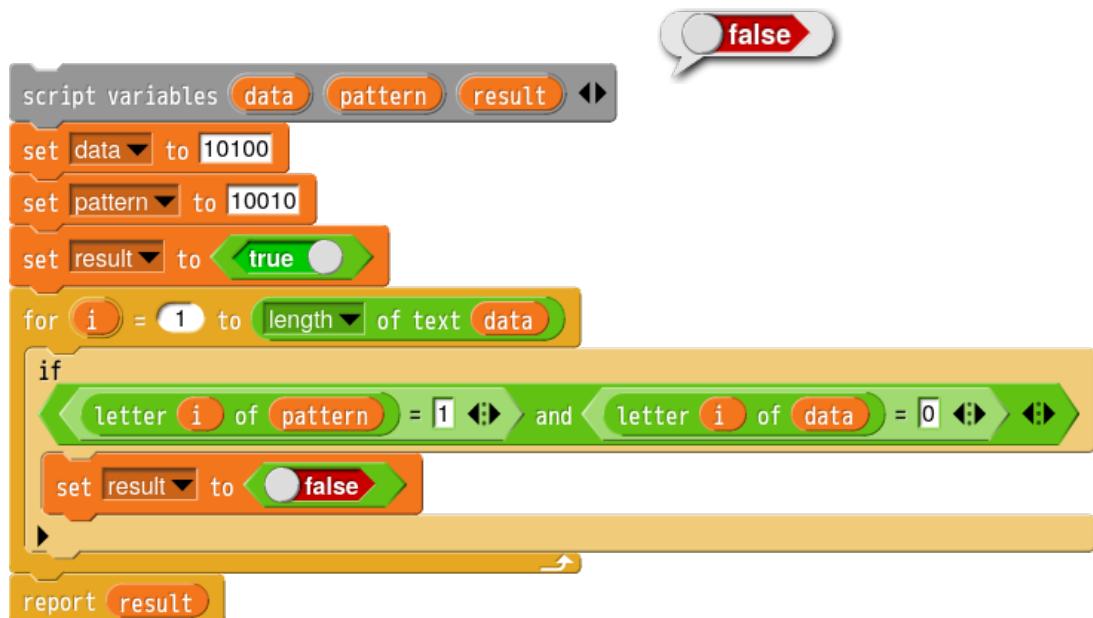
5つの設問に対する回答 と X を 1 と 0 で表したデータのリスト

list [10100 11010 01011 00101 10010] に対して、

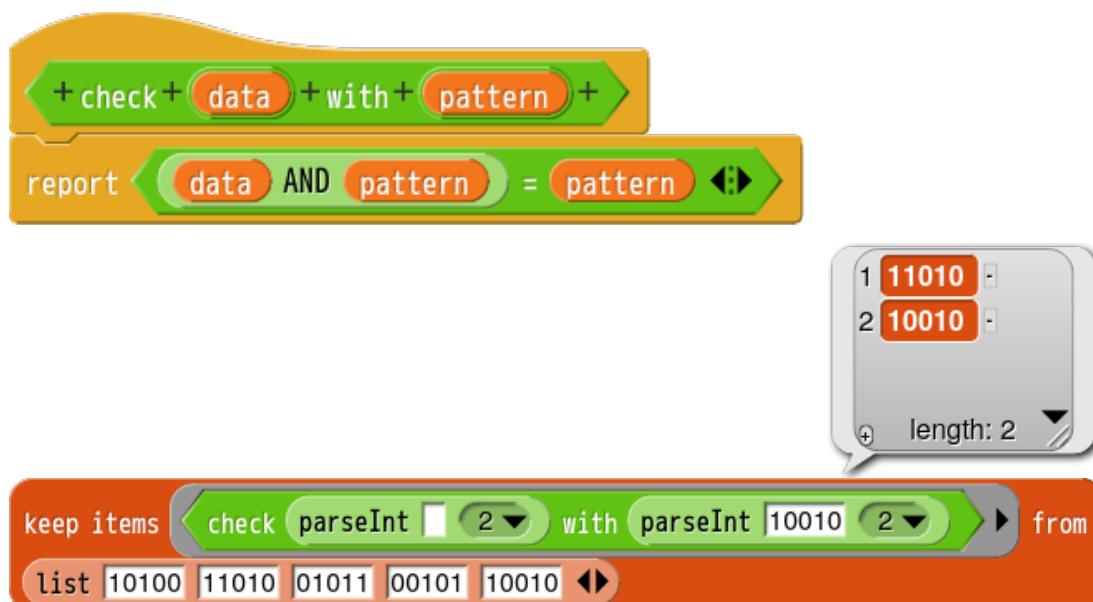
一番目と四番目が 1 のデータを検索するとします。他の位置はどちらでもかまいません。

アンケートなどで、ある項目に関心がある人を把握するような場合です。

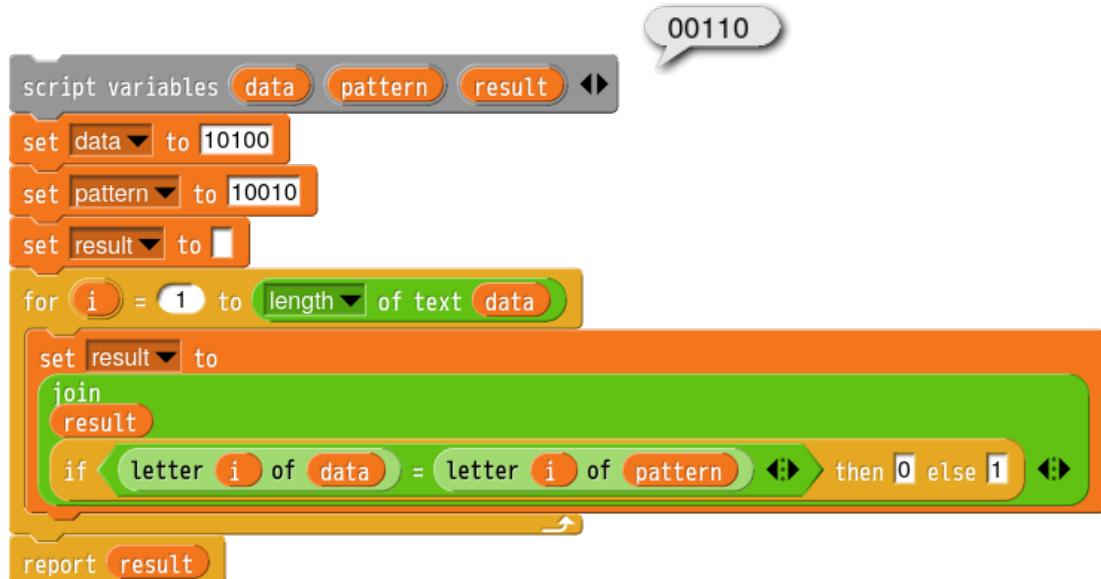
これを for ブロックで作るとこのようになります。一番目と四番目なので 10010 でチェックします。



AND を使うと簡単です。AND は特定のビットの状態を部分的に取り出すために使用されます。データを二進数として扱うために parseInt で数値化する必要があります。



先のデータがテストの解答だとすると、正解のデータ 10010 と違うところ（間違った箇所）を表示するスクリプトは次のようにできます。



正解のデータ 10010 と XOR を行うことで
間違えたところを 1 で示すことができます。
五番目のデータは全問正解なので 00000 です。
基準のデータとの違いがチェックできます。

1	00110
2	01000
3	11001
4	10111
5	00000
+ (bottom)	length: 5



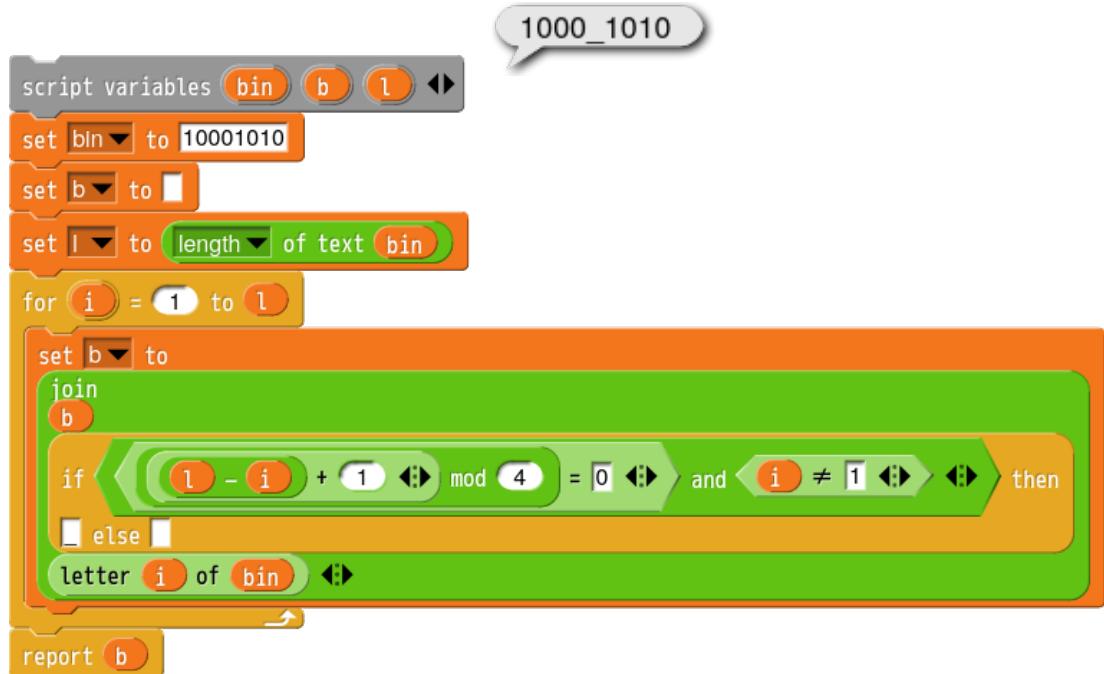
数値は、整数として扱える範囲には限界があります。
JavaScript の数値形式では以下の範囲になるそうです。つまり、AND や XOR などの演算もその範囲の値に限定されます。



二進数などを四桁ごとに区切る方法です。(1000010001 -> 10_0001_0001)

mod 4 (4 術ごと) を利用したスクリプトです。

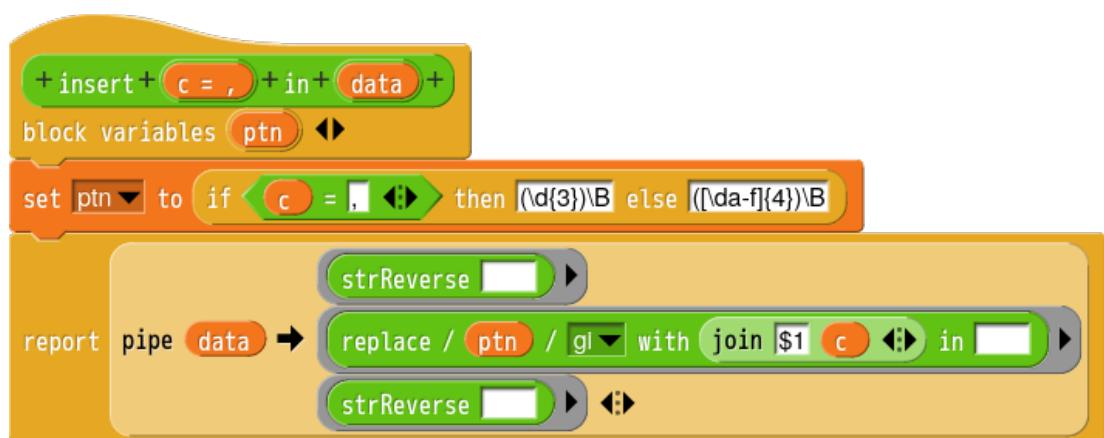
mod 3 (3 術ごと) に変更し、区切り文字をコンマにすることで十進数用になります。



正規表現を使う方法です。十六進数などでも使えます。(strReverse は 117 ページ参照)

最下位桁側から操作する必要があるので逆順にして処理します。 \B (単語境界ではない位置) 付きでマッチさせて末尾に区切り文字がこないようにします。処理後に正順に戻します。

区切り文字をコンマにすることで十進数用になります。



insert [] in 10001010 → 1000_1010

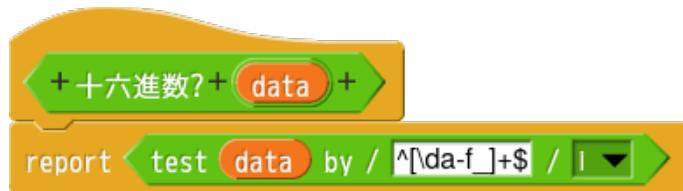
insert [,] in 12345678 → 12,345,678

二進数、八進数、十六進数のデータをチェックするブロックです。

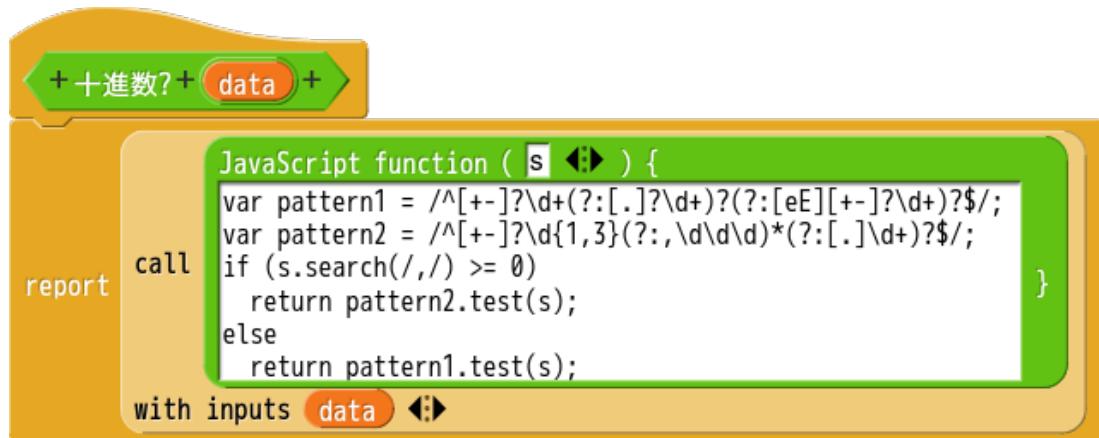
データの先頭を表す「」と末尾を表す「\$」の間にそれぞれで使用できる文字が 1 個以上並ぶ構成になります。「[]」のかっこで囲むとその中のどれかの要素が可能であることを示します。単独だと 1 個だけを表しますが、「?」で 0 か 1 個、「*」で 0 個以上、「+」で 1 個以上の指定になります。「0-7a-f」のように「-」でつなぐと、0 ~ 7、a ~ f の連続した文字を指定することになります。「_」は、二進数などを扱う場合に 1000_1111 のように 4 ビットで区切ると読みやすくなるので使えるようにしています。



十六進数では 10 ~ 15 の数値を A ~ F で表しますが、test の flag に i を指定しているので大文字小文字どちらでもマッチします。



十進数では小数点や指数表記のものがあり、コンマを使って三桁で区切る場合もあります。それらが正しく表記されているかチェックします。「.123」や「123.」のような表記は false としてみました。



このような二列三行の白丸と黒丸のパターンがある場合、

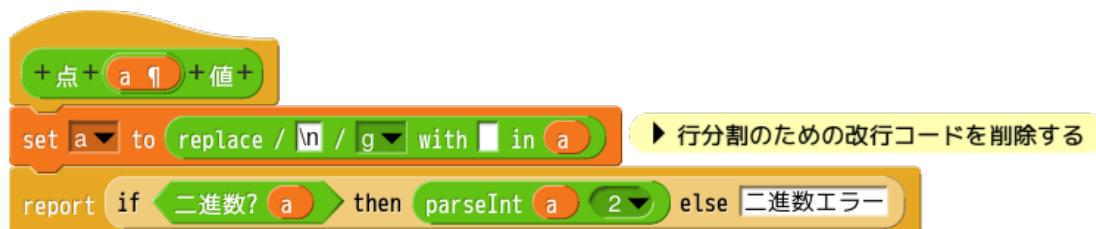


左端のパターンの白丸と黒丸をそれぞれ 0 と 1 で表し、リストにすると次のようにになります。

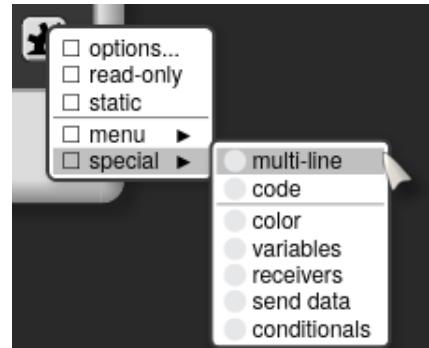
	A	B
3	1	0
1	0	0
2	0	0
3	0	0

list [list [1 0]] list [0 0] list [0 0] list [0 0]

この 0 と 1 の三行のパターンを改行をなくして結合すると、100000 と二進数値とみなすことができます。十進数に変換すると 32 になり、データとしてはリストよりもコンパクトになります。実は、ページ先頭の 5 つのパターンは左から点字の「アイウエオ」を表しています。実際には凸化されるのは黒丸の部分だけになります。このようなパターンを数値に変換するスクリプトです。



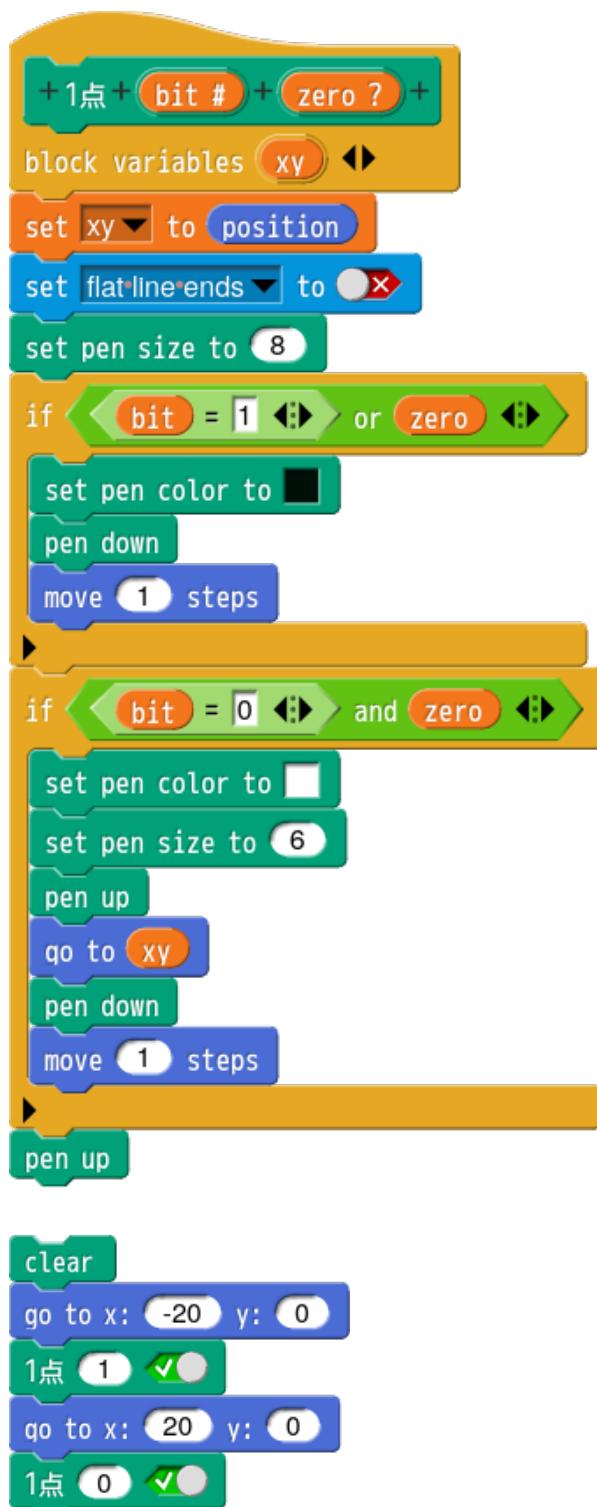
二進数を点の位置に対応させて行分割入力できるように変数 a に special -> multi-line 機能を指定します。



カナ文字とパターンデータの組はこのように表すことができます。



1点を描くスクリプトです。変数 zero を true オンにすることによって白の点を表示することができます。true を Default にしています。



点字一文字を描くスクリプトです。

This Scratch script draws a dot character. It starts by checking if the input 'a' is a number. If it is, it sets variable 'n' to 'a'. If not, it processes 'a' as a multi-line string, replacing '\n' with '\n' and then parsing it into an integer using 'parseInt(a, 2)'. It then sets the x and y positions. A 'for' loop iterates from 5 down to 0. Inside the loop, it checks if $n \text{ AND } 2^i = 0$. If true, it sets the pen down; otherwise, it sets it up. It then checks if $i \bmod 2 = 0$. If true, it changes the y position by -14; otherwise, it changes the x position by 18. Finally, it moves the pen forward by 50 units and sets the y position to 'y'.

```
+点 + a + zero ? +
block variables x y n <>
if is a a number ? 
  set n to a
else
  set a to replace / \n / g with \n in a
  set n to parseInt a 2
set x to x position
set y to y position
for i = 5 to 0
  1点 if n AND 2 ^ i = 0 then 0 else 1 zero
  if i mod 2 = 0
    set x to x
    change y by -14
  else
    change x by 18
  set x to x + 50
  set y to y
```

データのリストを点字で表示するスクリプトです。

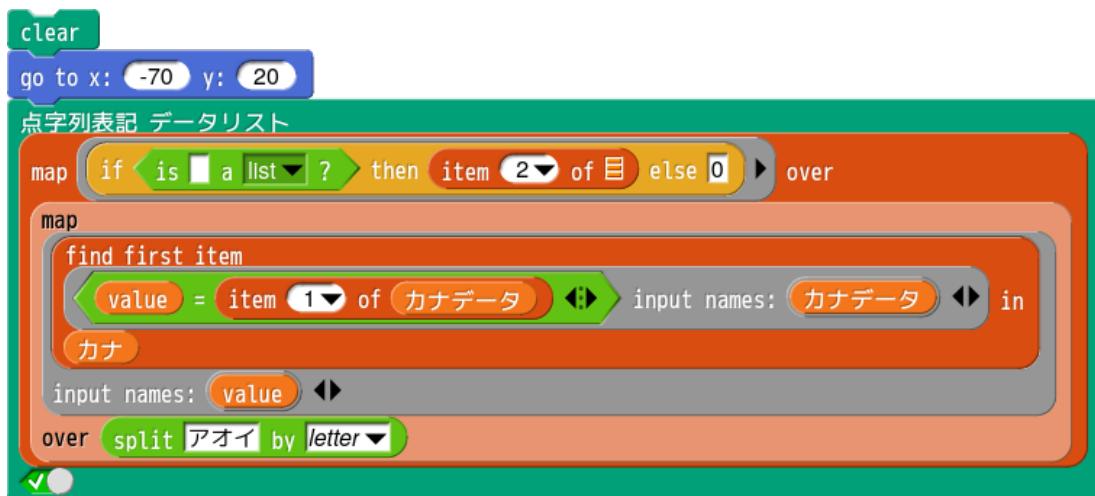
This Scratch script uses a 'warp' control block to handle lists. It starts by checking if the list is empty. If it is, it sets the pen up. Otherwise, it enters a 'for each item in list' loop. Inside the loop, it prints '点 item zero' and then exits the loop.

```
+点字リスト記+データリスト+ list : + zero ? +
warp
for each item in list
  点 item zero
```

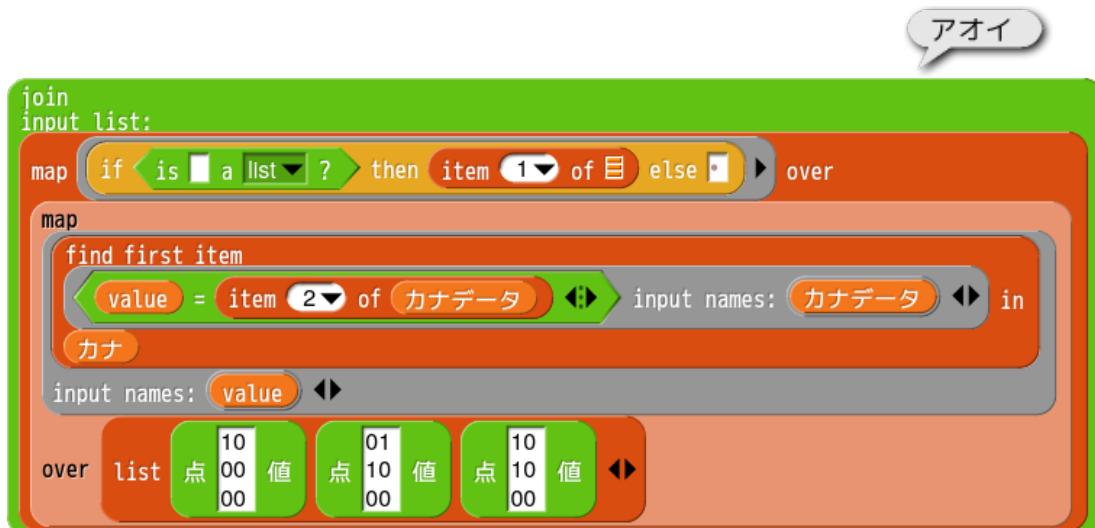
数値データで指定する場合です。



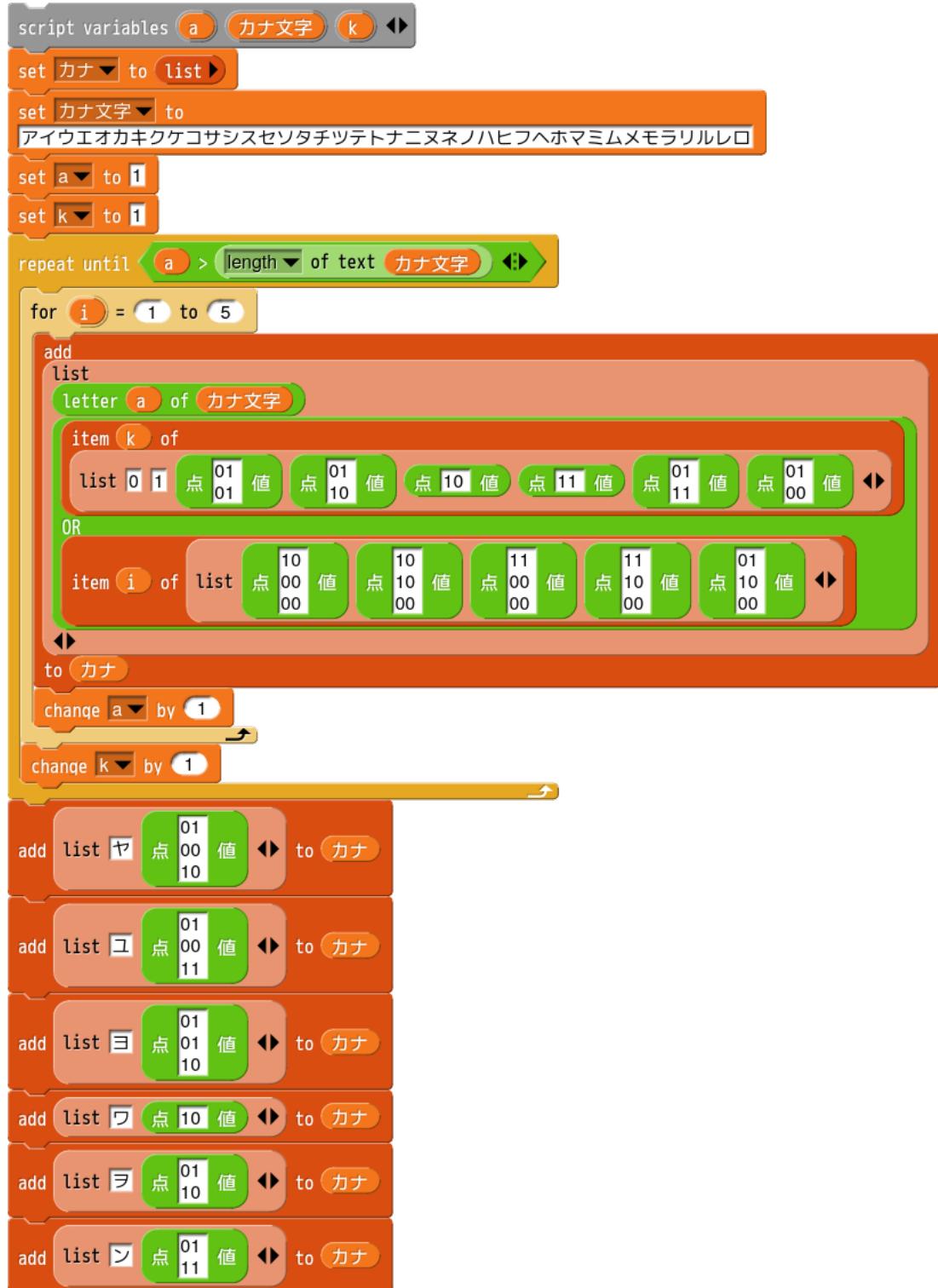
文字で検索して、対応する数値データにより点字を表示します。検索にヒットしない時は空白にしています。



逆変換です。

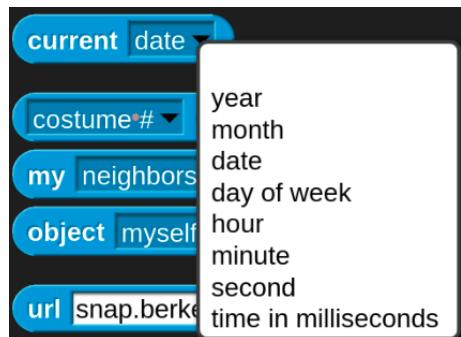


変換用リスト「カナ」を設定するスクリプトです。母音を表す「ア行」のデータに「カ行」「サ行」などを表すデータを OR するとそのデータが得られます。「ヤ行」などの例外があります。
(OR ブロック作成については 125 ページ参照)

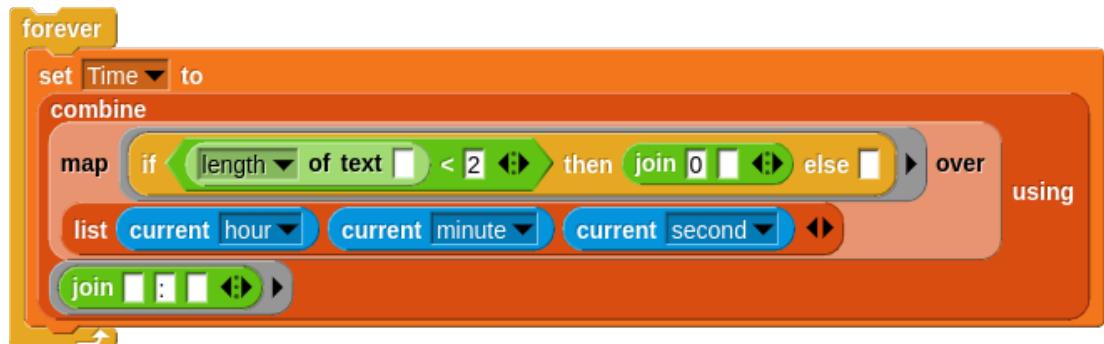


実際には「ガ」「シュ」などのような文字は二文字になりますし、この変換リストだけでは対応できません。数字やアルファベットの文字もありますし、それを示すための文字を置く必要がありまします。

8.17 時計



Sensing のところには日時を取得できるブロックがあります。これを使って、時、分、秒のデータを表示すればデジタル時計ができます。各データを 2 衔表示にして、区切り文字を挿入するには次のようなスクリプトになります。これを変数にセットして、forever でループします。



時間のデータを各針の角度に変換すればアナログ時計ができます。針はスプライトで表現してもいいですし、その都度ペンで clear 描画を繰り返してもいいです。

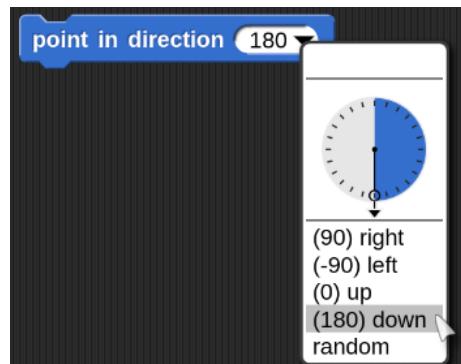
秒数は、**current second** で求められます。

秒針をスムーズに動かしたければ、**current time in milliseconds** を使用すればできます。このブロックがリポートする値は、1970 年 1 月 1 日からの経過秒数です。(UTC 協定世界時) milliseconds とあるように、1/1000 秒単位の値になります。この値を 1000 で割って秒単位の値にします。それを 60 で割った余りを求めれば秒数が得られます。



秒数をアナログ時計の秒針の角度に変換するには $\text{秒数} \times 360(\text{度}) \div 60(\text{秒})$ になります。

30 秒の場合、 $30 \text{ 秒} \times 360(\text{度}) \div 60(\text{秒}) \Rightarrow 180 \text{ 度}$ です。



秒針の角度です。(60 秒で 1 回転)



秒単位の時間を 60 で割って分単位の時間にしてから、それを 60 で割った余りを求めれば分数が求められます。

set minute ▾ to UTC / 60 mod 60

分針の角度です。(60 分で 1 回転)

point in direction minute × 360 / 60 ◀▶

秒単位の時間を 60×60 で割って時単位の時間にしてから、それを 24 で割った余りを求めれば時数が求められます。ただし、これは協定世界時なので日本とは 9 時間の時差があります。この値で補正してしまうと日本でしか通用しないプログラムになってしまうので、時数は current hour ▾ から、分秒のデータは hour の小数部分を使用します。また、アナログ時計なので mod で 12 までの値にします。

set hour ▾ to UTC / 60 × 60 ◀▶ mod 24

set hour ▾ to current hour ▾ + hour - floor ▾ of hour ◀▶ mod 12

時針の角度です。(12 時間で 1 回転)

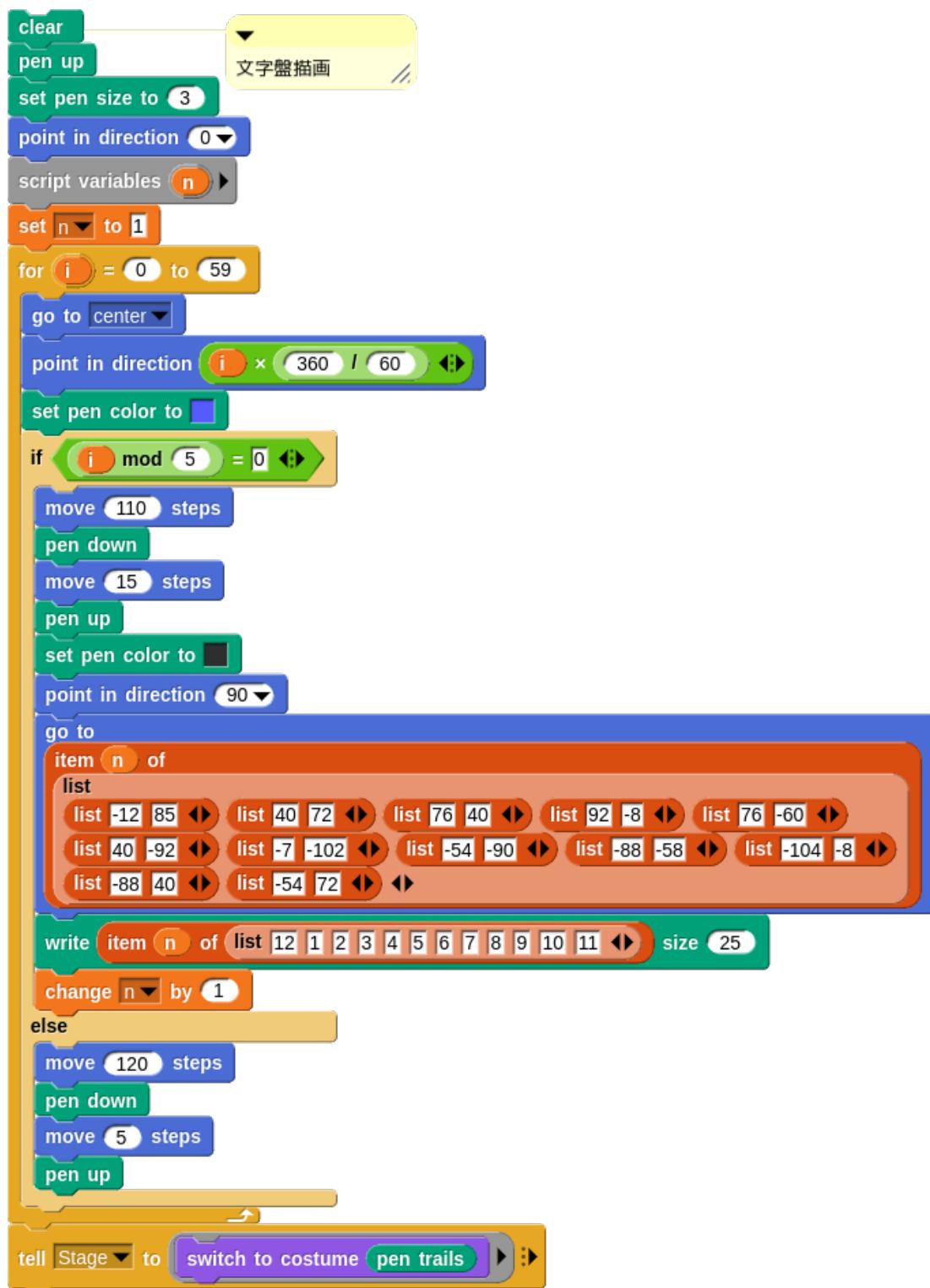
point in direction hour × 360 / 12 ◀▶

ペンで描く場合はこの逆の順序で描けば実際の時計と同じ重なりになります。

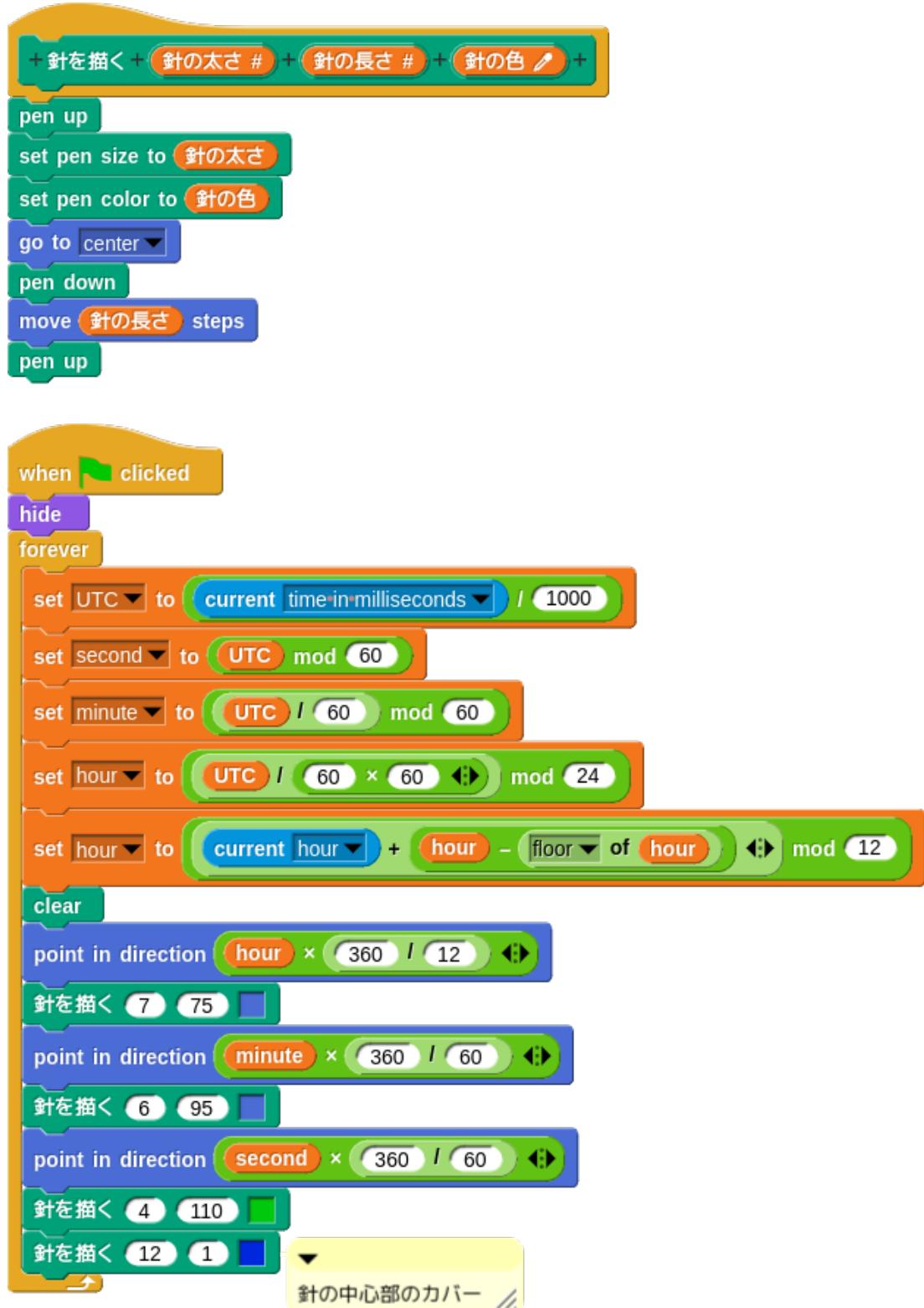
Scratch や Snap! の角度指定で画面上方向が 0 なのは時計やメーターの針の角度を指定しやすくするためかもしれません。

次のページから文字盤を描画し、ペン描画による時計のスクリプトを示します。

時計のスクリプトを実行する前にバックグラウンドを文字盤にしてください。これは [clear] ブロックで消えません。

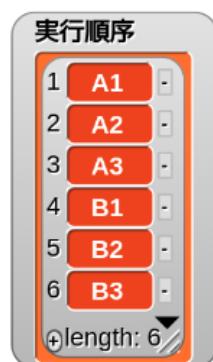
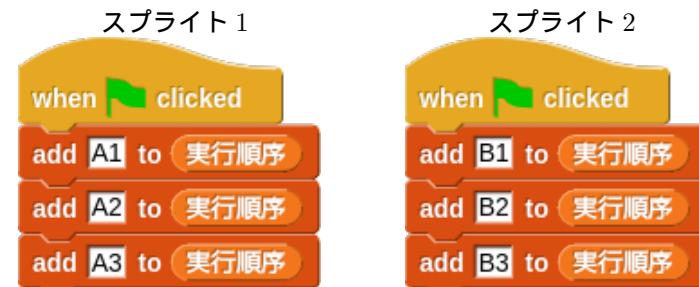


針を描くための定義ブロックです。



8.18 並列実行について

Snap! では、各スプライトに **when green flag clicked** のスクリプトを設定すれば  をクリックすることでそれらの各スクリプトが同時に実行されるように見えます。しかし、実際にはそれを順番に実行しています。**実行順序** の変数を作成し、スプライトを二つ用意してそれぞれに次のスクリプトを作成してください。

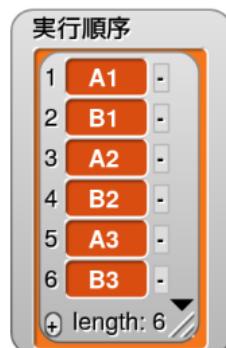


set [実行順序 ▾] to [list ▶] を実行してから  をクリックすると、左のようにリストに実行順序が表示されます。1 ブロックずつ交互に実行されるのではなく、一方はもう一方のスクリプトの実行が終わるまで待たれます。実行の順番はスプライト、スクリプトが作成された順番になるようです。

スプライト内に複数の **when green flag clicked** のスクリプトがあれば、基本的にそれがすべて完了してから他のスプライトのスクリプトの実行に移ります。他のスクリプトへの処理移行のタイミングは繰り返し処理、つまり C 型ブロック内の末端に到達した時にも起こります。



for の C 型ブロックにより、 A? と B? が交互にリストに加えられました。（? は 1 ~ 3 の数値を表します。）



次のように、repeat 1 の C 型ブロックで囲んだり wait 0を入れることでも処理を 1 ブロックずつ交互に行なうことができるようです。



右のように、今回は A1? B1? A2? B2? と交互にリストに加えられました。

プログラムを統括するメインの役割を Stage に持たせるやり方があります。プログラムによっていろいろなスプライトが用いられるが、Stage はどんなプログラムにも必ず存在するためと思われます。しかし、次のようにスクリプトの実行順序も最下位になっているので、ここでプログラムの初期設定をするには Stage のスクリプトを最初に実行させる工夫（他のスクリプトの先頭に wait 0 を入れるとか broadcast で起動させるとか）が必要になります。



8.19 行列の積

8.19.1 inner product

配列要素同士の掛け算とは別に、代数学には行列と行列の積というものがあります。

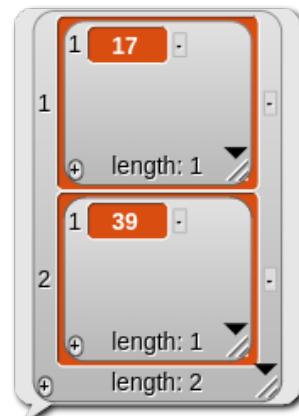
2行2列の行列同士では次のような計算方法になります。

$$\begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} b_{11} & b_{12} \\ b_{21} & b_{22} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_{11} \times b_{11} + a_{12} \times b_{21} & a_{11} \times b_{12} + a_{12} \times b_{22} \\ a_{21} \times b_{11} + a_{22} \times b_{21} & a_{21} \times b_{12} + a_{22} \times b_{22} \end{pmatrix}$$

a側の行列の列数とb側の行列の行数は同じ必要があります。

定義ブロックを作成することは可能ですが、APL primitives ライブラリーにinner product ブロックがあるので利用できます。

$$\begin{aligned} & \begin{pmatrix} 1 & 2 \\ 3 & 4 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 5 \\ 6 \end{pmatrix} \\ &= \begin{pmatrix} 1 \times 5 + 2 \times 6 \\ 3 \times 5 + 4 \times 6 \end{pmatrix} \\ &= \begin{pmatrix} 17 \\ 39 \end{pmatrix} \end{aligned}$$

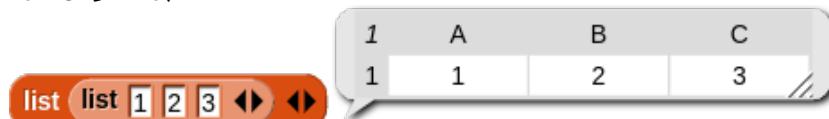


$$\begin{aligned} & \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 4 & 5 \\ 6 & 7 \\ 8 & 9 \end{pmatrix} \\ &= \begin{pmatrix} 1 \times 4 + 2 \times 6 + 3 \times 8 & 1 \times 5 + 2 \times 7 + 3 \times 9 \end{pmatrix} \\ &= \begin{pmatrix} 40 & 46 \end{pmatrix} \end{aligned}$$

1	A	B
1	40	46



$\begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \end{pmatrix}$ は1行3列の行列です。**list [1 2 3]**をしてしまうと3行1列の行列になってしまうので、



にする必要があります。

行列の積の利用例として座標変換があります。座標 (x, y) の点を原点 $(0, 0)$ を中心にして反時計回りに θ 度回転させた座標 (x', y') を求めるものです。

$$\begin{pmatrix} \cos\theta & -\sin\theta \\ \sin\theta & \cos\theta \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix}$$

web で「回転行列」を検索すると、大学系などのサイトで数学的な解説が見られます。

一番わかりやすい例として、 $(1, 0)$ の点を 90 度反時計回りに回転させると $(0, 1)$ の点になります。
左側の行列、回転させるための変換行列 R を作成するブロックです。



R を表示すると、次のような値の要素の行列になります。6.123233995736766e-17 は 0 とみなします。



この行列 $\begin{pmatrix} 0 & -1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix}$ と座標 (x, y) $\begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix}$ の積

$$\begin{pmatrix} 0 & -1 \\ 1 & 0 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix} \Rightarrow \begin{pmatrix} 0 \times 1 + (-1) \times 0 \\ 1 \times 1 + 0 \times 0 \end{pmatrix} \Rightarrow \begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix} \text{を求めます。}$$



$V0$ が変換前の座標で、 $V2$ が変換後の座標です。

V2	
1	6.123233995736766e-17
1	length: 1
1	1
2	length: 1
1	length: 2

結果として、座標 $\begin{pmatrix} 1 \\ 0 \end{pmatrix}$ を 90 度回転させた座標 $\begin{pmatrix} 0 \\ 1 \end{pmatrix}$ が求められました。

注意点として、(x, y) の座標の表し方が 2 行 1 列の形で指定する必要があることです。

(x, y) 座標の対を並べたものを指定すればそのまま変換された座標の対が得られますが、普通の (x, y) 座標の指定の仕方ではありません。



The Scratch script consists of two parts. On the left, a list variable named "list" contains two items: "list [x1 x2]" and "list [y1 y2]". On the right, a 2x2 matrix is shown with columns labeled A and B:

	A	B
2	x1	x2
1	y1	y2
2		

転置行列を使うと、普通の (x, y) 座標の指定の仕方ができます。

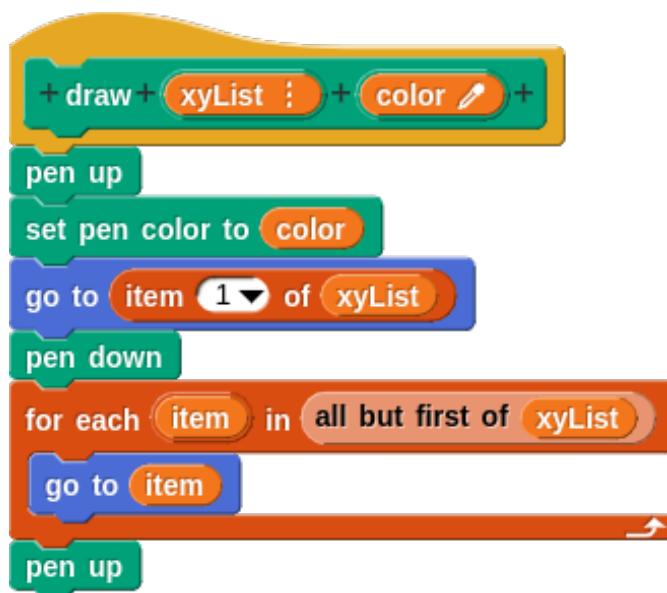


The Scratch script consists of two parts. On the left, a "columns" dropdown menu is set to "of list [list [x1 y1] list [x2 y2]]". On the right, a 2x2 matrix is shown with columns labeled A and B:

	A	B
2	x1	x2
1	y1	y2
2		

(x, y) 座標のリストで与えられた図形を一筆書きで描くブロックです。

go to ブロックは `go to [random position v]` にリストをドロップしたものです。



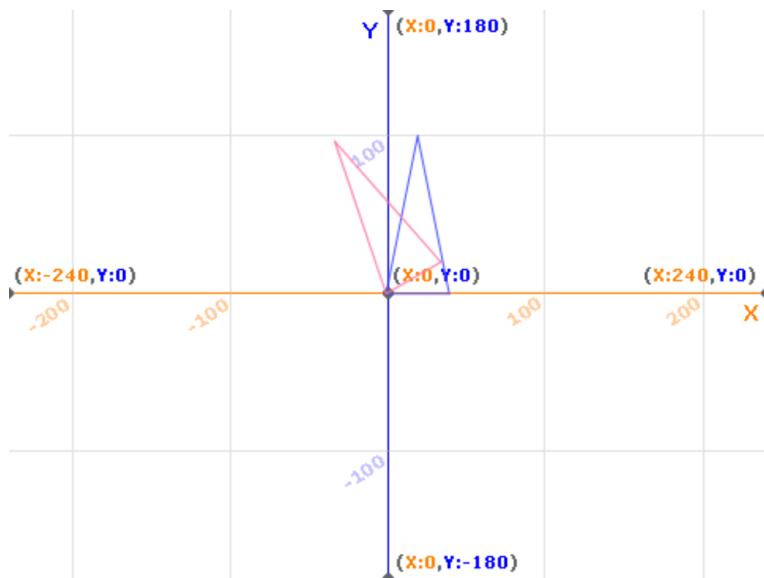


三角形 を描くスクリプトです。

```
hide
set [V0 v] to [list [list [0] [0] <--> [list [20] [100] <--> [list [40] [0] <--> [list [0] [0] <--> [-->]]]]]
draw [V0] [blue]
```

それを半時計回りに 30 度回転させるスクリプトです。

```
set [θ v] to [30]
set [R v] to [list [list [cos [v] of [θ]] [neg [v] of [sin [v] of [θ]]] <--> [list [sin [v] of [θ]] [cos [v] of [θ]]] <-->]]
set [V2 v] to [inner product [R] [[+ [v] [v]] <--> [x [v] [v]]] <--> [columns [v] of [V0]]]
draw [columns [v] of [V2]] [pink]
```



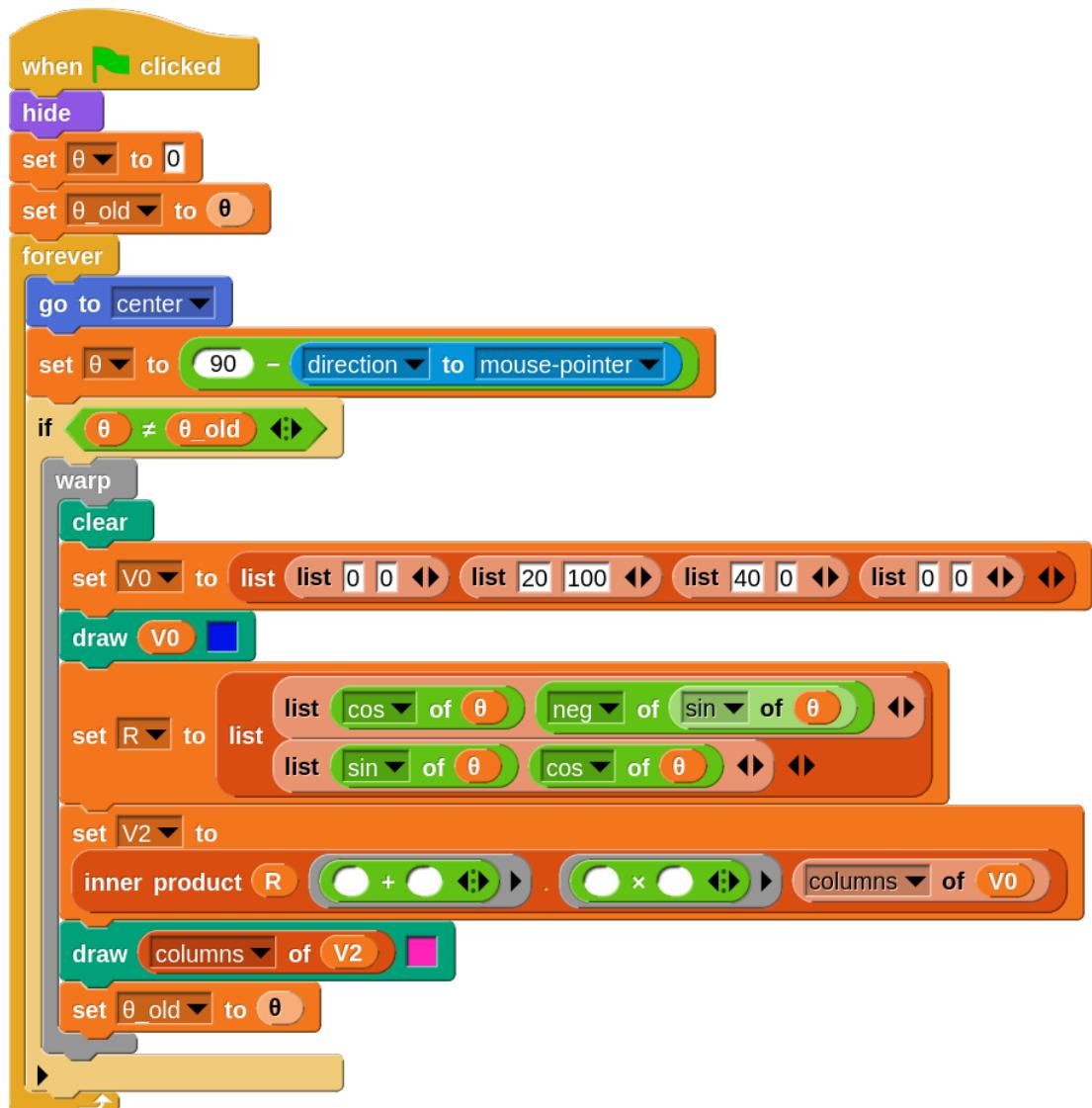
[参考文献]

『Python ではじめる数学の冒険

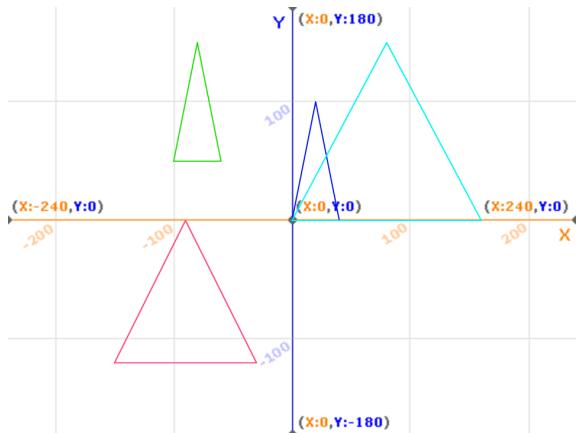
プログラミングで図解する代数、幾何学、三角関数』

Peter Farrell 著 鈴木幸敏 訳 オライリー・ジャパン 刊

原点座標から見たマウス位置の角度を として、マウスの動きに合わせて回転させてみます。なお、角度は水平方向を 0 度とする必要があるので補正します。角度を記録して変化があった時だけ warp で描画しています。



行列の積の演算には加算と乗算が含まれるので、加算部分だけが有効になるようにすれば図形の平行移動が可能ですし、乗算部分だけが有効になるようにすれば図形の拡大縮小が可能です。



x 軸方向に 4 倍、y 軸方向に 1.5 倍します。

$$\begin{pmatrix} 4 & 0 \\ 0 & 1.5 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} \Rightarrow \begin{pmatrix} 4 \times x + 0 \times y \\ 0 \times x + 1.5 \times y \end{pmatrix} \Rightarrow \begin{pmatrix} 4x \\ 1.5y \end{pmatrix}$$



平行移動の場合は 1 (有効化) と 0 (無効化) の要素を追加 (指定) して、移動座標を求めます。

x 軸方向に -100、y 軸方向に 50 平行移動します。

$$\begin{pmatrix} 1 & 0 & -100 \\ 0 & 1 & 50 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x \\ y \\ 1 \end{pmatrix} \Rightarrow \begin{pmatrix} 1 \times x + 0 \times y + (-100) \times 1 \\ 0 \times x + 1 \times y + 50 \times 1 \end{pmatrix} \Rightarrow \begin{pmatrix} x - 100 \\ y + 50 \end{pmatrix}$$



Snap! ではリスト全体に対する演算ができるので、inner product を使わなくても次のように拡大縮小 (x 軸方向に 3 倍、y 軸方向に 1.2 倍) と平行移動 (-150, -120) が一度にできます。



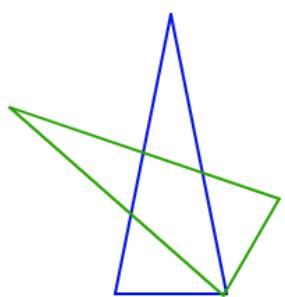
平行移動を利用すれば図形の任意の位置を中心として回転させることができます。三角形 V0 の重心の座標を中心にして 60 度回転してみます。

(Gx, Gy) を V0 の重心にし、原点に平行移動し、回転させ、元の位置に戻します。
座標値を変換しているだけで図形をあちこち移動させているわけではありません。

```

hide
set [V0 v] to [list [0 0] [20 100] [40 0] [0 0]]
draw [V0]
set [Gx v] to
  item [1 v] of item [1 v] of [V0] + item [1 v] of item [2 v] of [V0] + item [1 v] of item [3 v] of [V0] / 3
set [Gy v] to
  item [2 v] of item [1 v] of [V0] + item [2 v] of item [2 v] of [V0] + item [2 v] of item [3 v] of [V0] / 3
set [θ v] to [60]
set [R v] to [list [cos v] of [θ] [neg v] of [sin v] of [θ] [list [sin v] of [θ] [cos v] of [θ]]]
pipe [V0 - list [Gx Gy]] →
  [columns v] of [ ]
  inner product [R] [ + [ ] [ × [ ] ] ] → [ ]
  [columns v] of [ ]
  [ + [list [Gx Gy]]] → [ ]
draw [V2]

```



8.19.2 outer product

inner product に対して、 outer product 目 o. というものもあります。

APL には、 numbers from 1 to X の機能を持つ l x があります。

この記号のようなものはギリシャ文字の ノイオタです。

次のようにすると、九九の表の一部ができます。

3	A	B	C
1	1	2	3
2	2	4	6
3	3	6	9

outer product l 3 o. x l 3

計算方法を表示させてみます。

3	A	B	C
1	1x1	1x2	1x3
2	2x1	2x2	2x3
3	3x1	3x2	3x3

outer product l 3 o. join x l 3

単位行列なども作成できます。

4	A	B	C	D
1	1	0	0	0
2	0	1	0	0
3	0	0	1	0
4	0	0	0	1

outer product l 4 o. if = then 1 else 0 l 4

4	A	B	C	D
1	1	0	0	0
2	1	1	0	0
3	1	1	1	0
4	1	1	1	1

outer product l 4 o. if ≥ then 1 else 0 l 4

[参考文献]

『基礎からの APL 解説と例題例解』

西川利男/日本アイビー・エム 共著 サイエンスハウス 刊

『基礎からの APL 解説と例題例解』では、素数の求め方が解説されています。

set N ▾ to L 5

1 ~ 5 の整数のリスト N を作り、その中の素数を求めてみます。

まず、そのリストの各要素に対して、そのリストの各要素で割った余りが 0 のものを調べます。
(150 ページ、outer product の計算方法で \times の代わりに mod になります。)

	A	B	C	D	E
1	true	false	false	false	false
2	true	true	false	false	false
3	true	false	true	false	false
4	true	true	false	true	false
5	true	false	false	false	true

pipe N → outer product 目 o. mod = 0 目

A の列の意味は、1 ~ 5 の値を 1 で割った余りが 0 かどうかを表しています。これはすべて割り切れるので全部 true です。B の列の意味は、1 ~ 5 の値を 2 で割った余りが 0 かどうかを表しています。この場合、2 と 4 の時だけ true です。他の C, D, E ではどちらも同じ値の時だけ true です。

素数は 1 と自分自身でしか割り切れないものなので、その行の true の合計が 2 のものということになります。

配列で、各行の要素の合計を求めるのが combine in rows ブロックです。

combine in rows (reduce by column vectors)

true と false についても、1 と 0 として合計してくれるようです。

1	1
2	2
3	2
4	3
5	2
+	length: 5

pipe N →

outer product 目 o.

mod = 0

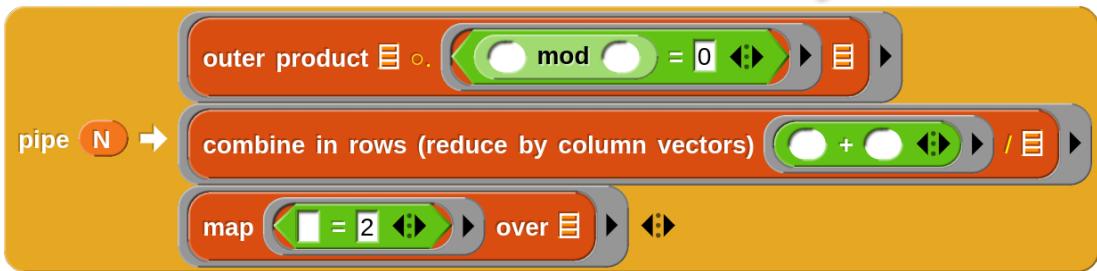
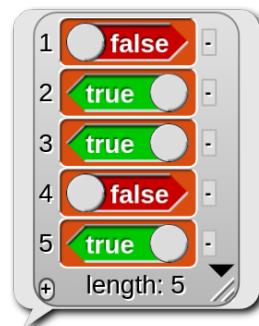
目

combine in rows (reduce by column vectors)

+

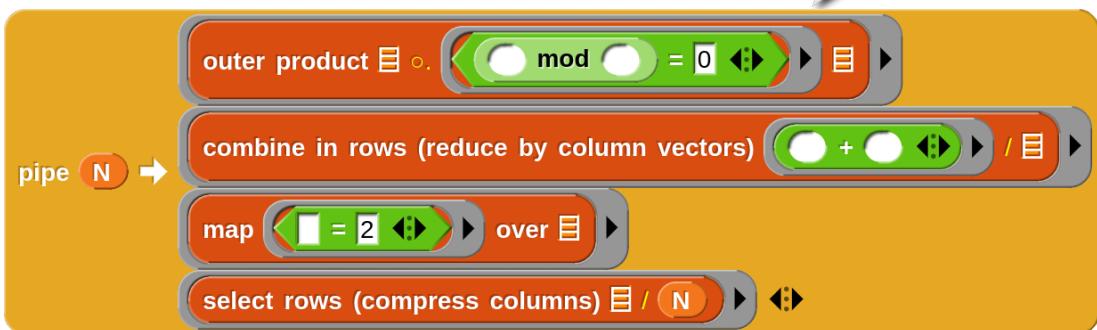
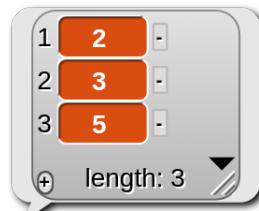
目

行中の true の要素の合計が 2 のものを map を使って求めます。

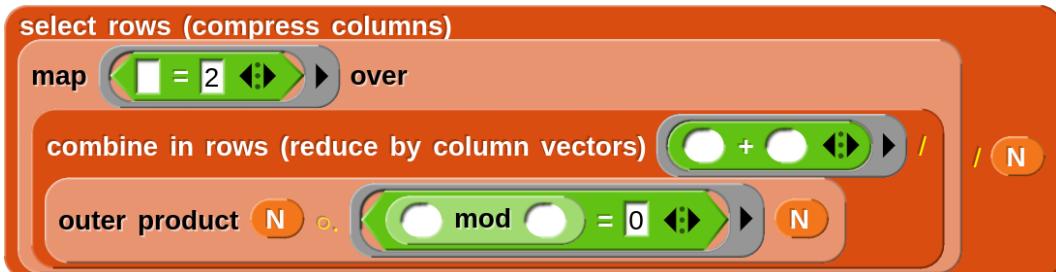


2, 3, 5 の位置が true になりました。その位置に対応する N の要素のリストを求めます。
select rows ブロックはリストの中から true で指定した位置の要素を集めてリストにします。
これにより、素数のリストが求められます。

select rows (compress columns) \rightarrow N



次のようにまとめることもできます。



8.20 Continuation 繙続

「Continuation 繙続」は、プログラムの実行過程でその後に行われる処理と説明されます。Snap!では継続を目で見ることができるので、すこし理解しやすいかもしれません。

8.20.1 run と call の with continuation バージョン

Snap! の Continuations と Iteration, composition のライブリーには、run with continuation と call with continuation があります。

report 1 を、ただの call と call with continuation ですると、結果は同じになります。

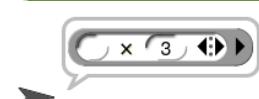


しかし、リング端の三角をクリックしてフォーマルパラメーターを使用してみると、call with continuation の方は空のリングが表示されます。



call with continuation のフォーマルパラメーターにはこのブロックに継続するスクリプトがセットされます。この場合はこの後に処理すべきものが何もないで空です。

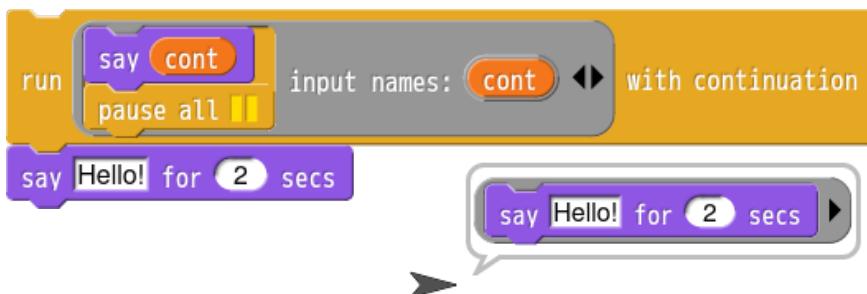
(1 + 2 × 3) の各スロットにこれをセットして、その位置での継続を表示させてみます。それぞれその時点での継続、その後に処理すべき内容がセットされます。(フォーマルパラメーターを cont にリネームしています。)



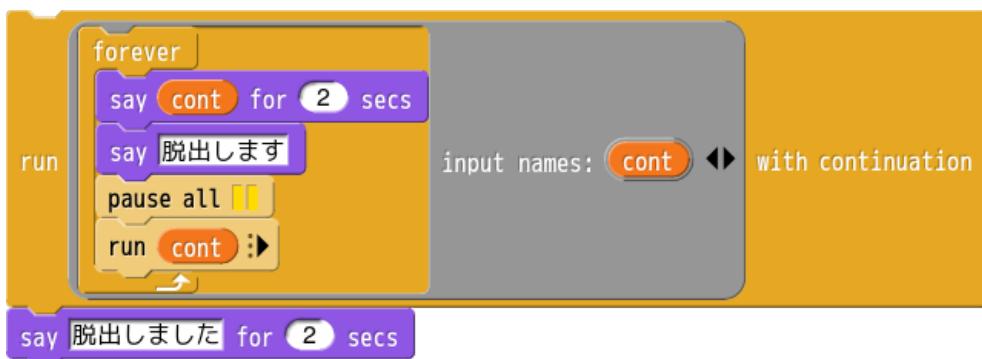


用途としては、call with continuation や run with continuation のリング内部にあるスクリプトで、ある条件の時にその外（継続）への脱出に使われます。

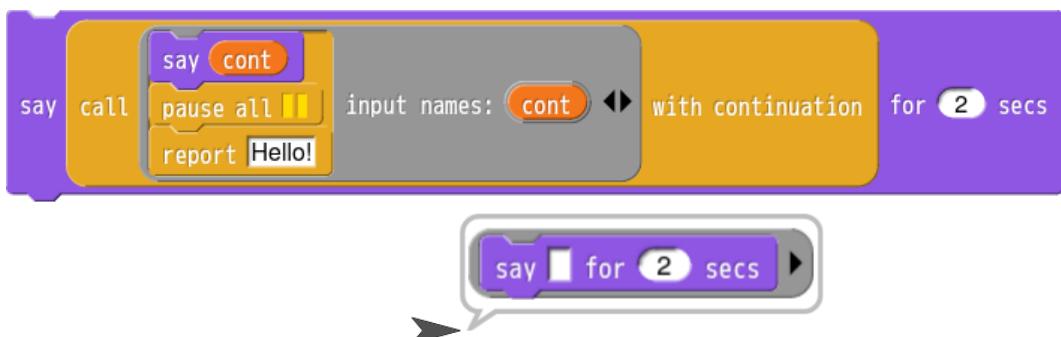
このスクリプトを実行すると、run with continuation の継続が表示されます。



say や pause all が置かれているところにループを置き、その内で run cont とすると、run with continuation の中から外へジャンプすることができます。



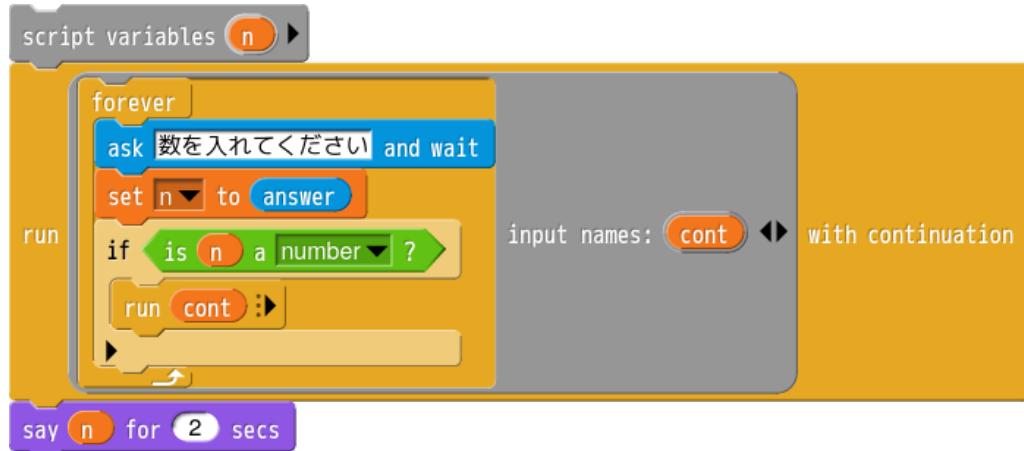
このスクリプトを実行すると、call with continuation の継続が表示されます。自分自身が入っているので、say の入力が空のブロックが表示されます。



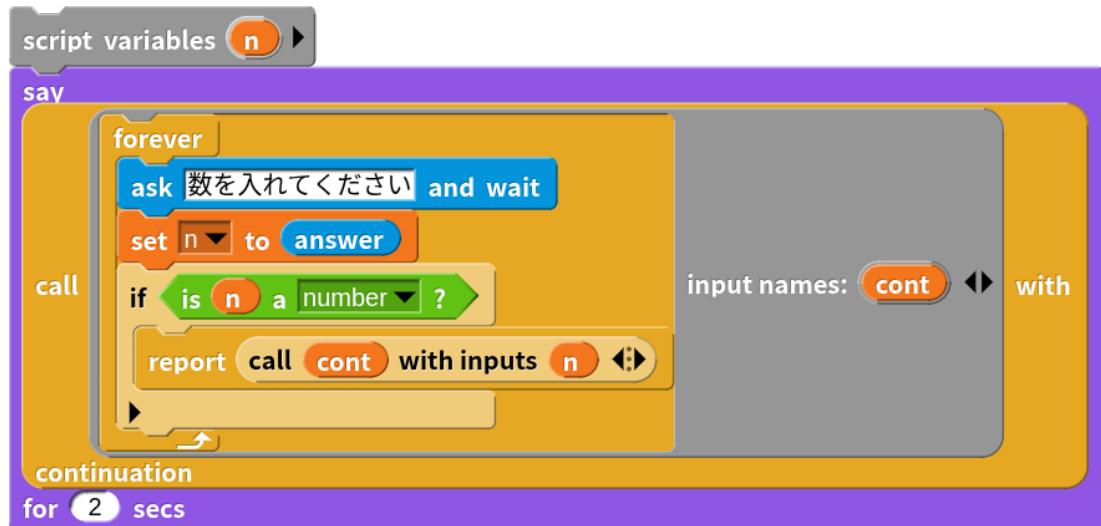
say や pause all が置かれているところにループを置き、その中で call cont とすると、call with continuation の中から外へジャンプすることができます。call with continuation はリポーターブロックなので値を返さなければなりません。call cont とすることで脱出になりますが、with inputs で値を指定することでその値「脱出しました」を返すことができます。



ask を使って数値のみを受け付けるスクリプトを作ってみます。run with continuation 版です。

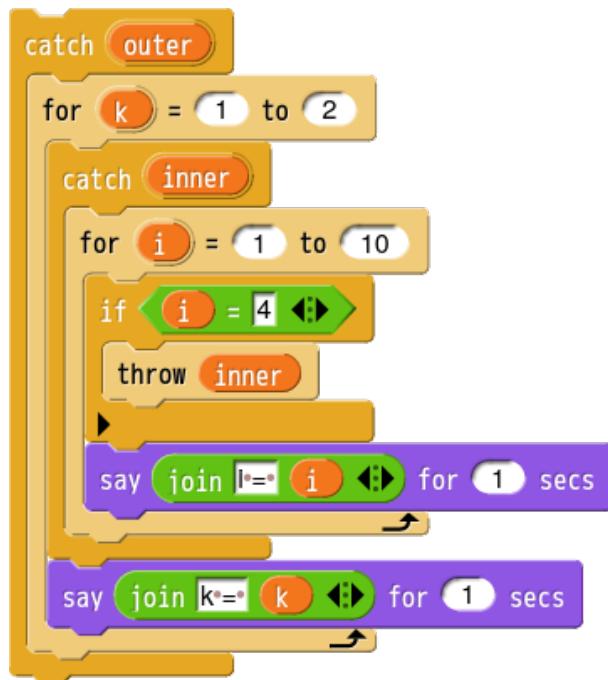


call with continuation 版です。



8.20.2 catch と throw

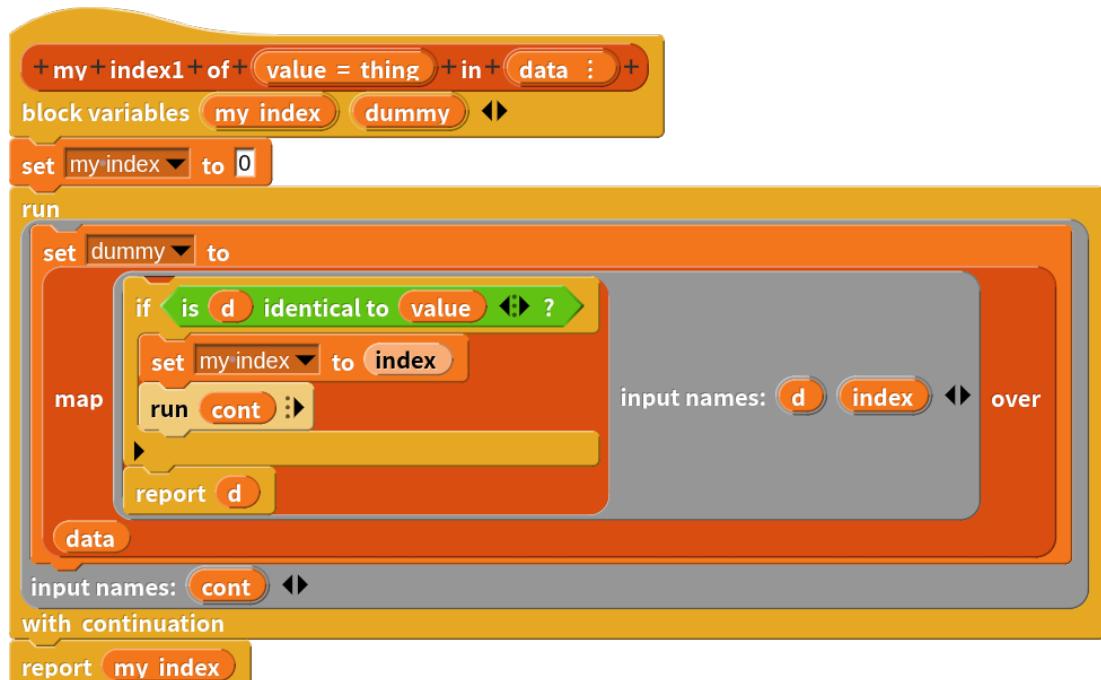
継続を意識することなくループなどの脱出に使用できるものが、Libraries の Iteration, composition にある catch と throw です。



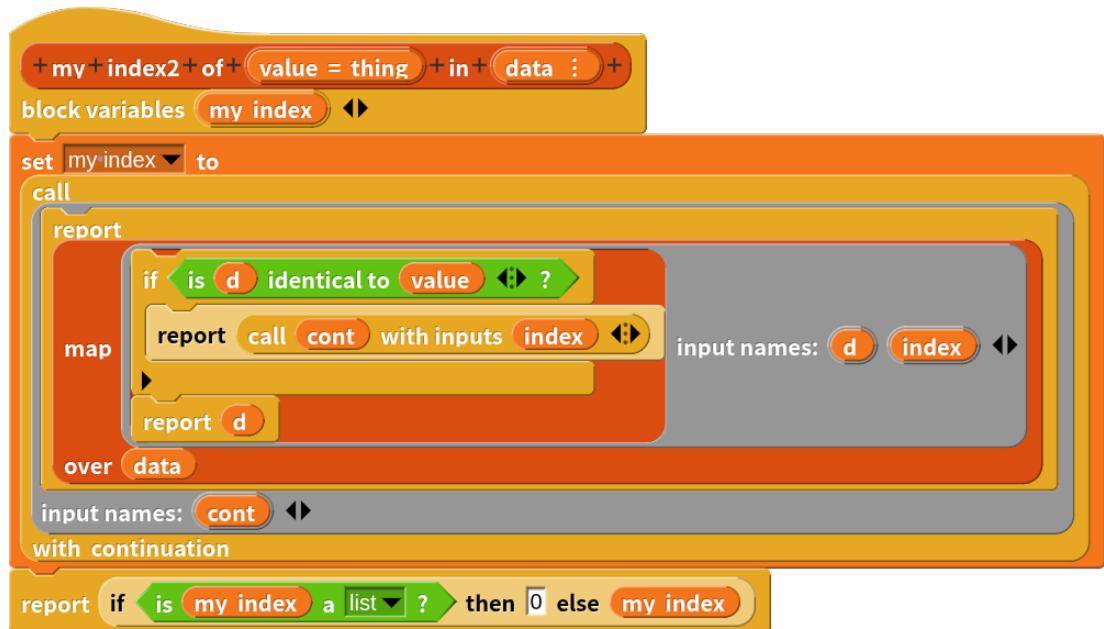
これを実行すると、*i* の値が 4 になつた時に内側のループから脱出し、
catch inner の次のスクリプトに進みます。
throw outer になると、外側の
ループから脱出し、catch outer の次の
スクリプトに進みます。ある条件の時に、
throw で指定したラベルの付いた catch
ブロックの外側に脱出するという仕組です。

8.20.3 map からの脱出

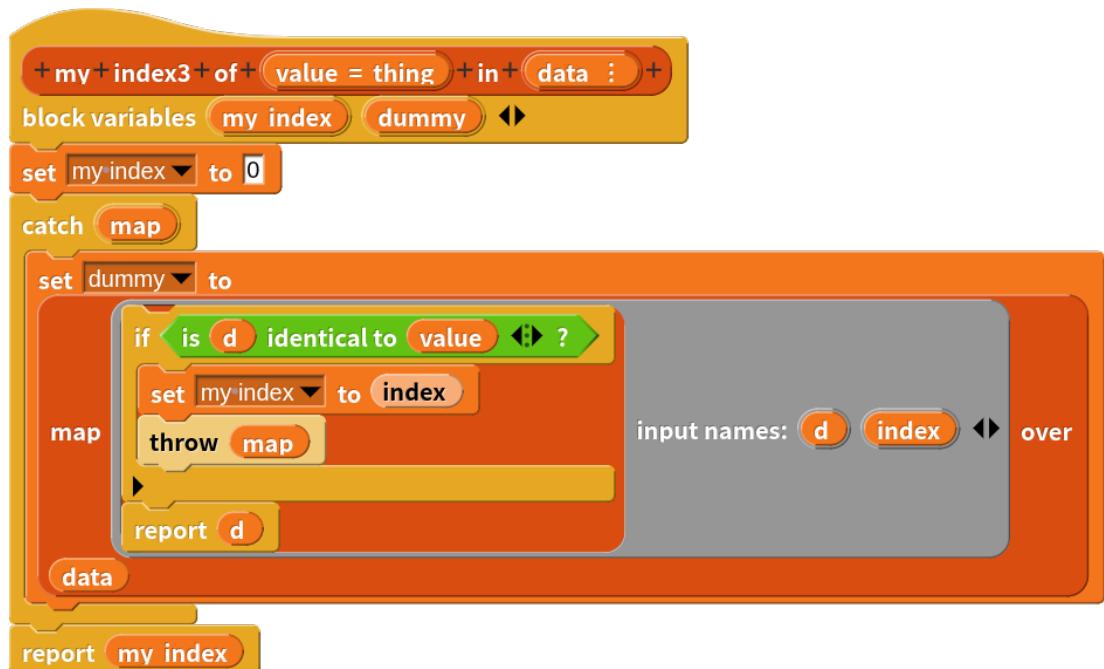
93 ページで **index of thing in list** を扱いました。この方法だとリストのすべての要素を走査しています。次のようにすると、要素が見つかった時点で脱出することができます。run with continuation 版では map を使用するにはダミーの変数 dummy が必要です。



call with continuation 版です。map 操作の結果は、見つかった場合はインデックス (number タイプ)、そうでない場合はリストのコピー (list タイプ) になります。結果が list タイプならば 0 を返します。

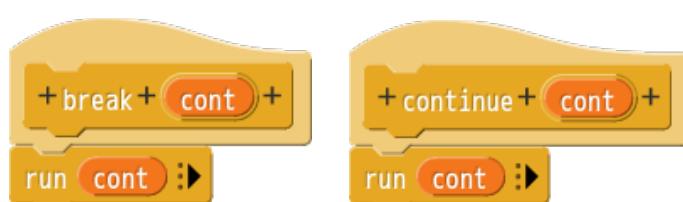


catch throw 版です。



8.20.4 break と continue

継続の機能を利用すると、C 言語風 for (; ;) ループに break や continue の機能を持たせることができます。break はループから脱出する機能で、continue は「継続処理」へジャンプして次の繰り返しを開始する機能です。紛らわしいですが、ここで入力変数名に使われている「継続」はループ処理を続けるという意味で、continuation に関するものではありません。変数 i は special から variables に設定します。（69 ページ参照）break と continue 定義中の cont は Any type 変数です。



break と continue は、upvar オプションの変数です。for (; ;) ブロックから break, continue 変数をそれぞれ break や continue ブロックにドロップして使用します。二重三重のループの場合は、変数名に数字を追加するなどして区別してください。



次のスクリプトは、「0, Hmm..., 1, Hmm..., 2, Hmm..., 3, 6, Hmm..., 7」と順に表示するものです。3で値を5にしてcontinue、7でbreakです。

```

for ( [ i ] set [ i ] to [ 0 ] ; [ i < 10 ] ; [ change [ i ] by [ 1 ] ] )
  break
  continue
  say [ i ] for [ 1 ] secs
  if [ i = 3 ]
    set [ i ] to [ 5 ]
    continue
  end
  if [ i = 7 ]
    break
  end
  think [ Hmm... ] for [ 1 ] secs
end

```

同じことをする、プリミティブのforとrepeat untilを使ったcatchとthrow版です。

```

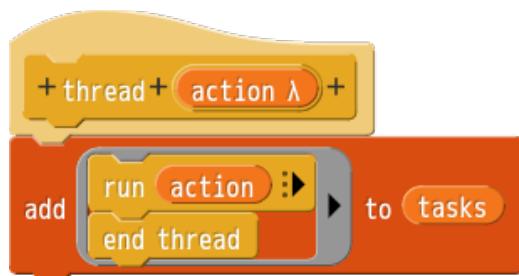
script variables [ i ] [ start ] [ end ]
set [ start ] to [ 0 ]
set [ end ] to [ 10 ]
set [ i ] to [ start ]
repeat until [ i > end ]
  catch [ break-for ]
    for [ i ] = [ 0 ] to [ 10 ]
      catch [ continue-for ]
        say [ i ] for [ 1 ] secs
        if [ i = 3 ]
          set [ i ] to [ 5 ]
          throw [ continue-for ]
        end
        if [ i = 7 ]
          throw [ break-for ]
        end
        think [ Hmm... ] for [ 1 ] secs
      end
    end
  end
  change [ i ] by [ 1 ]
end

```

8.20.5 thread

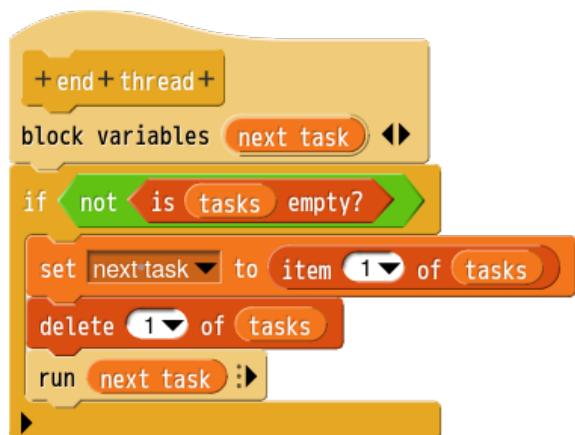
Snap! では複数の **when green flag clicked** が存在する場合、それぞれのスクリプトを並列に実行しているように見せています。継続を使用すると、一つのスクリプト内にある複数の処理ブロックを並列に実行の順番や処理の移行のタイミングをプログラミングすることができます。並列処理されるそれぞれのスクリプトを **thread** (スレッド) と言います。

処理するスクリプトの記憶場所として **tasks** の変数を作成しておきます。以下に示す 3 個の定義ブロックはスレッド処理を行うための 3 点セットです。



thread

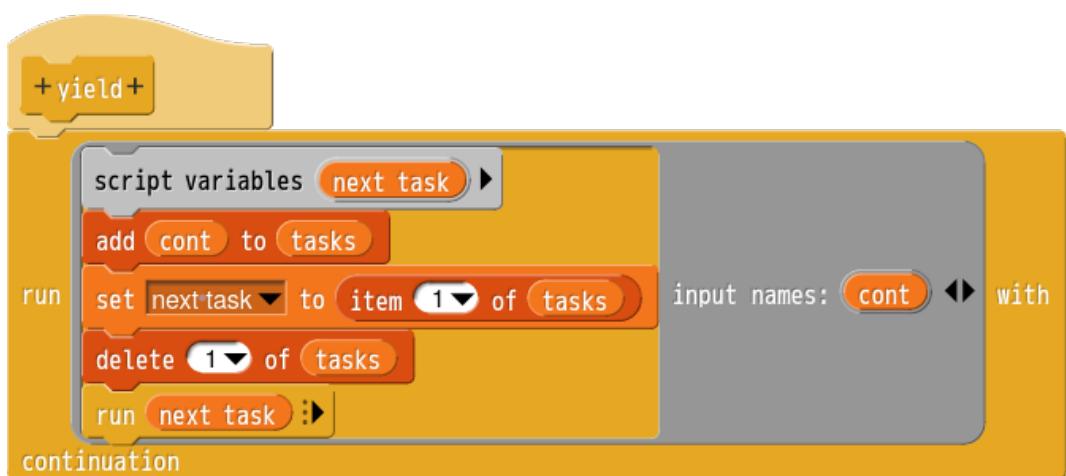
スレッドを設定するブロックです。(設定されたスレッドを tasks リストに加えていきます。) action は Command(C-shape) 型です。



end thread

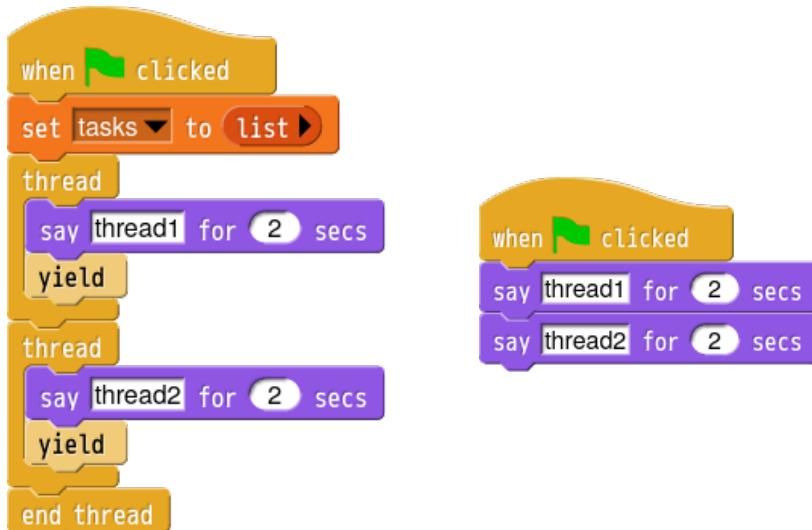
tasks リストが空でなかったら tasks リストの先頭のスクリプトを取り出して実行します。これ以上スレッドが無いことを示します。これによって設定された複数のスレッドの実行が始まります。つまり、これを置かないとスレッドが実行されません。

yield ブロックは、継続を tasks リストに加え、tasks リストの先頭のスクリプト (スレッド) を取り出して実行します。つまり、このブロックがこの thread の実行と次の thread への切り替えるタイミングを示します。



thread ブロックでスレッドを設定して（yield ブロックを挿入することで処理の移行のタイミングを指定します）、スレッドの並びの終わりを示す end thread ブロックを置くというプログラミングになります。継続などを意識しなくても定型的な操作でスレッド処理ができます。

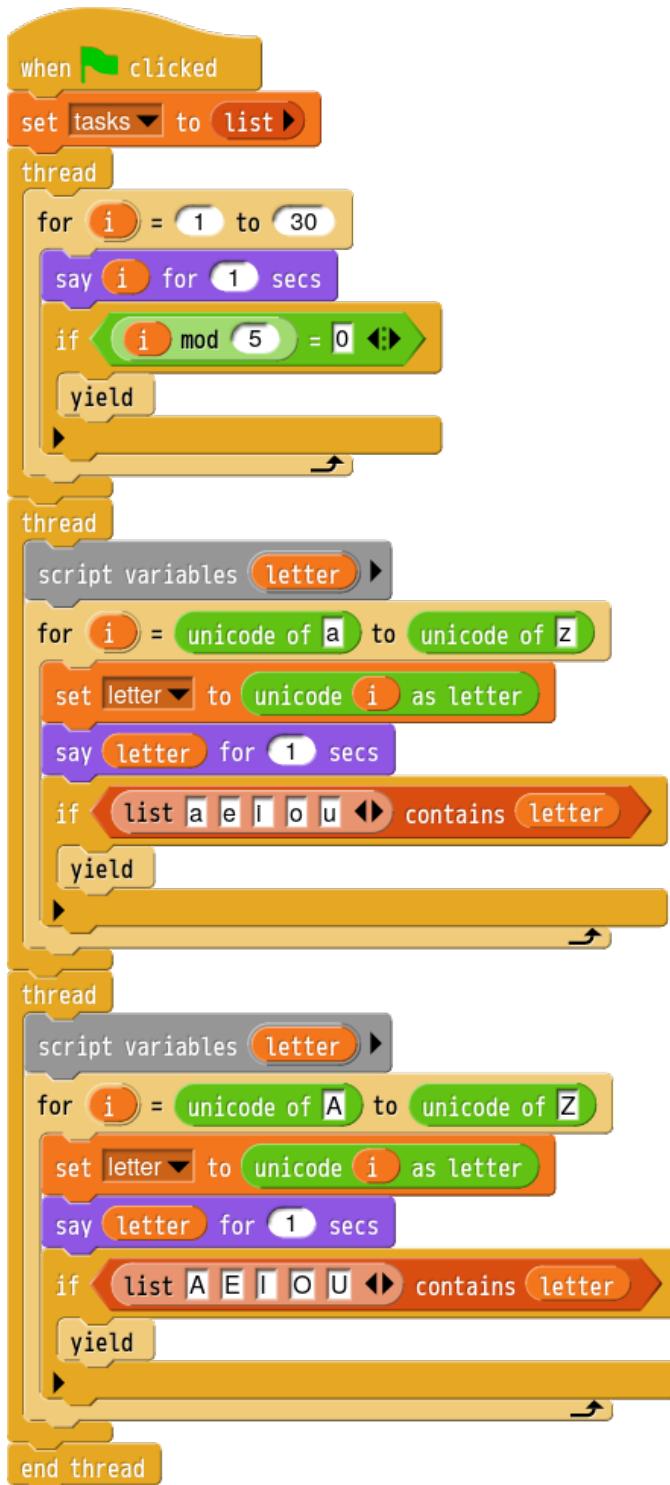
次のスクリプトは、右のスクリプトと同じことなのであまり意味はありませんが、使い方の例です。



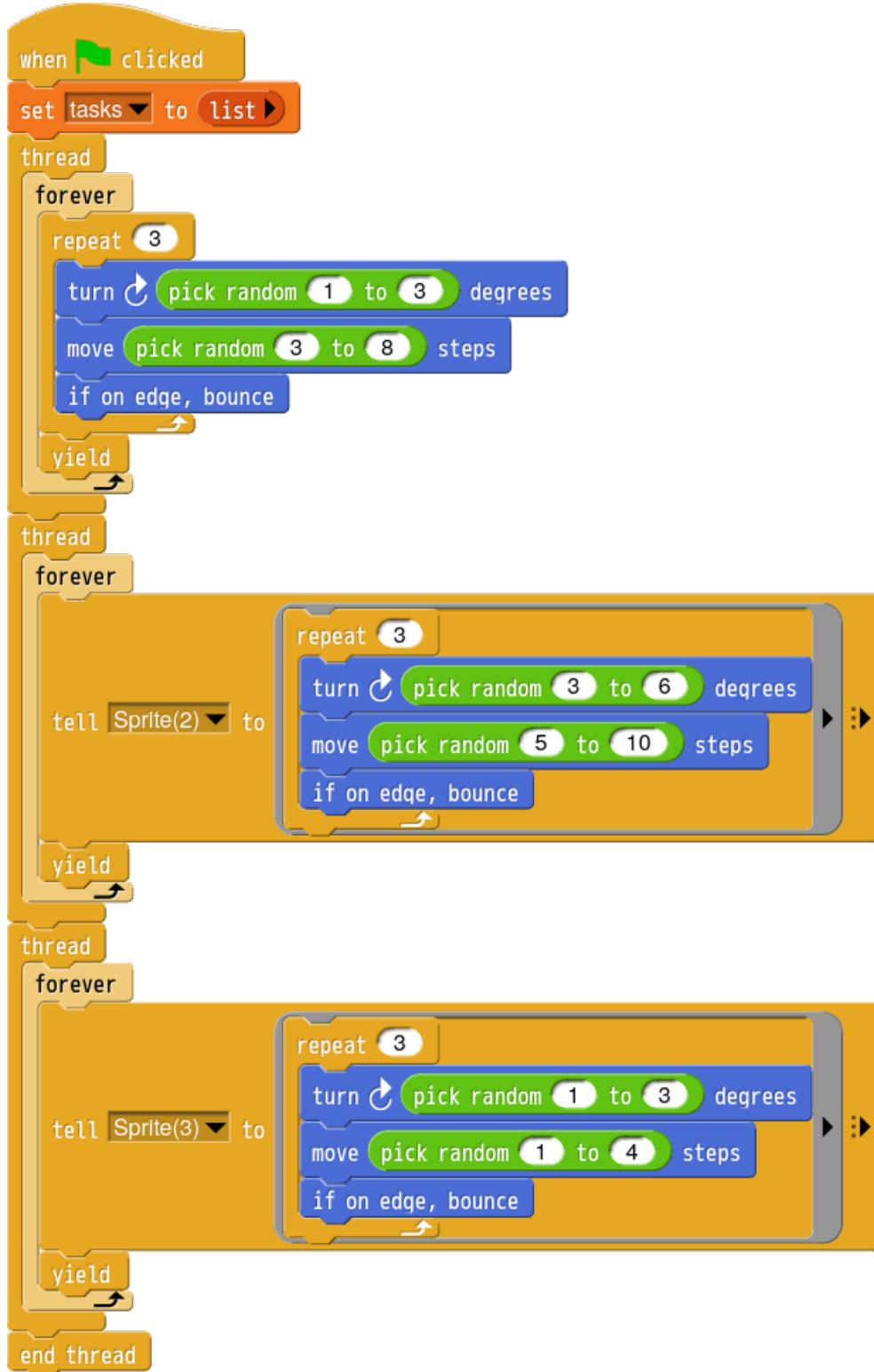
番号を表示するだけの 3 個のスレッドを実行してみます。



マニュアルに掲載されているスクリプトを基にした例です。指定の条件の時に次のスレッドに移行します。最初のスレッドは 1 から 30 までカウントしますが、5 で割り切れる値の時に次のスレッドに移行します。次のスレッドでは a から z までを表示しますが、a, e, i, o, u の時に次のスレッドに移行します。次のスレッドでは A から Z までを表示しますが、A, E, I, O, U の時に次のスレッド(最初のスレッド)に移行します。この操作がそれぞれのスレッドが終了するまで続けられます。



次のスクリプトはスプライトを 3 個使います。それぞれ Sprite, Sprite(2), Sprite(3) という名前になっているとします。スプライトをすこし回転させ前進させることを 3 回行います。thread を使わなくともそれぞれのスプライトに同じような動きをさせることはできますが、thread を使うと各 thread の実行の順番や処理が切り替わるタイミングが制御できます。このスクリプトは Sprite 用で、他のスプライトにスクリプトは必要ありません。



索引

, 51, 97
for プロック, 54, 82, 158

all, 96
all <, 96
all =, 96
all >, 96
all but first of, 20
AND, 125, 128
Animation, 111
any, 96
append, 21
atan, 109
atan2, 109

block variables, 67
break, 158

call, 41
case, 84
catch, 156
collapse, 98
columns, 145
columns of (), 31
combine, 27, 137
composition, 55
continuation, 153
continue, 158
Costumes, 9
csv, 6, 13, 36
csv of (), 34

dimensions of (), 30
distribution of (), 32
draggable?, 9
end thread, 160
Event Hat プロック, 90
find first item, 26
flatten of (), 31
gcd, 28
getc, 88

import, 9, 36, 55
() in front of (), 20
index, 121
initial slots, 98
inner product, 143
input list:, 40
Iteration, 55
iteration-composition, 156

JavaScript, 117
JavaScript extensions, 5
join, 89

json, 6, 13, 36
json of (), 34

keep, 25

Language, 5
Libraries, 9
lines of (), 33
list view, 18

map, 23
match, 124
multi-line, 78, 132
multiple inputs, 85

New, 9
NOT, 125

object, 79
Open, 9
OR, 125, 136
outer product, 150

parseInt, 126

pen trails, 37
pipe, 48, 149, 151, 152
product, 96

rank of (), 30
read-only, 70, 95
relabel, 11
replace, 122
reshape, 22
reverse of (), 33
ringify, 36, 59
rotation style, 8
run, 40

Save, 9
Save As, 9
scene, 9
script pic, 11
search, 120
separator, 98
shuffled of (), 33
sorted of (), 32
substring, 123
sum, 96
switch, 84

table view, 18
test, 119
text of (), 33
thread, 160
throw, 156
toString, 127
transient, 14
turbo mode, 10

uniques of (), 32
unringify, 36
Upvar 变数, 17, 68
UTC, 137

variables, 69, 82
warp, 10
with continuation, 153
with inputs, 40

XOR, 125, 129
yield, 160

Zoom, 5

イベント, 90, 101
エラトステネスのふるい, 26

オンライン版, 5

階乗, 28
回転行列, 144
角度, 109
カスタムブロック, 7, 49

協定世界時, 137
行列の積, 143

グローバル変数, 14

継続, 153

最大公約数, 28
座標変換, 144

ジュークボックス, 7
集合, 94

スクリプトエリア, 7
スクリプト変数, 16
ステージエリア, 6
ステップ実行, 8, 54, 86
スプライトコラル, 7

スプライト変数, 15
スレッド, 160

正規表現, 119, 123
積集合, 94
ゼブラカラーリング, 11

素数, 26, 151

ターボモード, 10
大域変数, 14
単位行列, 150
定義ブロックのインポート, 66
定義ブロックのエクスポート, 66
定数, 49
デバッグ, 8, 86
転置行列, 31, 145

時計, 137

二進数, 125
日本語化, 5

排他的論理和 (XOR), 125
配列, 22
バックグラウンド, 7
パレットエリア, 7
八口, 12

ビット演算, 125
ビット反転 (NOT), 125
評価, 79, 81

フィボナッチ数列, 24
フォーマルパラメータ, 23, 41
プリミティブブロック, 7
ブロック内変数, 67
プロトタイプ, 50, 54, 75, 76

並列実行, 141
変数ウォッチャー, 6, 14, 18, 19, 36

無名関数, 41

ユークリッドの互除法, 28

ラムダ関数, 41

リング, 23, 36, 41, 45, 58, 78, 79, 81

ローカル変数, 15
ロケーションピンアイコン, 16
論理積 (AND), 125