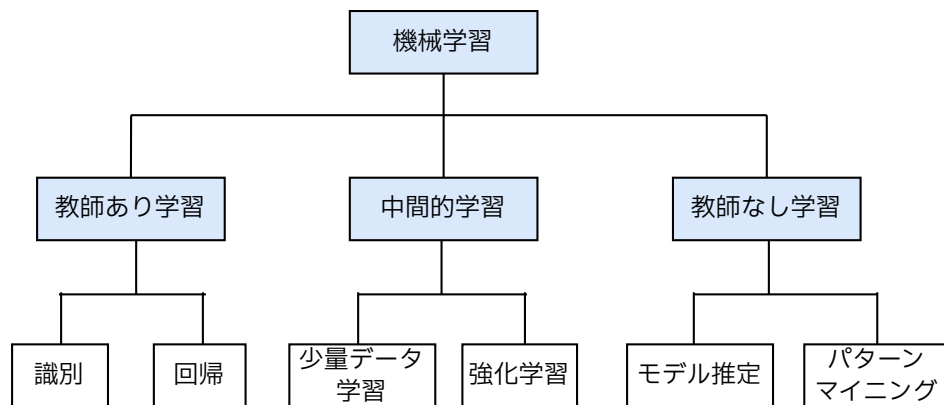


1. はじめに



- 1.1. 人工知能，機械学習，深層学習
- 1.2. 生成AIへの道
- 1.3. 機械学習を適用する流れ
- 1.4. 機械学習の分類



- 荒木雅弘：『Pythonではじめる機械学習』（森北出版，2025年）
- スライドとコード

1.1 人工知能，機械学習，深層学習 (1/4)

- **人工知能**の定義

- 現在，人が行っている知的な作業を代わりに行う技術
 - 事例：対話システム，ロボット制御，自動運転，病気の診断，新薬や新素材の開発など
 - 技術が普及すると人工知能とはみなされなくなる
 - 例) 文字認識，顔検出

- **人工知能**の要素技術

- 探索，知識表現，推論，**機械学習**など

1.1 人工知能，機械学習，深層学習 (2/4)

- 人工知能，機械学習，深層学習の関係
 - 人工知能 \supset 機械学習 \supset 深層学習



1.1 人工知能，機械学習，深層学習 (3/4)

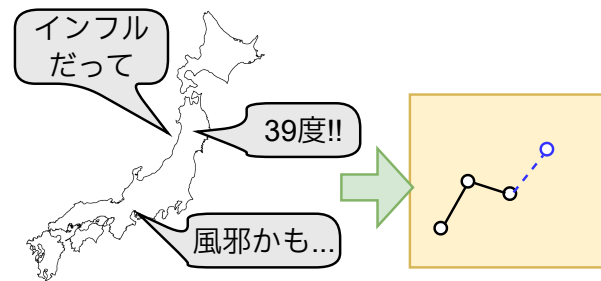
- 機械学習
 - 知的な判断を行う技術を，データから規則性を導くことによって実現する方法
 - ビッグデータが利用可能になったことが背景



顧客のセグメンテーションや
履歴にもとづく推薦



不正利用の検出

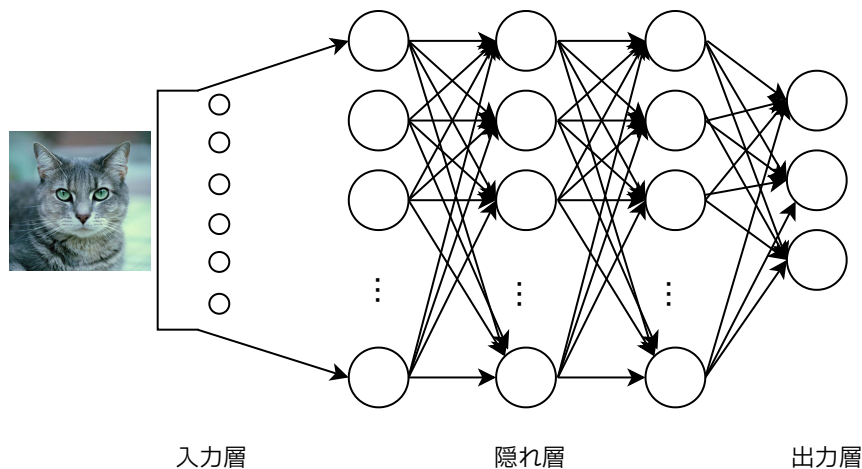


流行の予測

1.1 人工知能，機械学習，深層学習 (4/4)

- 深層学習

- 多層に非線形変換を重ねる手法による機械学習
- 特徴抽出処理も学習対象とすることができる点が特長
- 特に音声，画像，自然言語の認識，生成で高い性能を示す

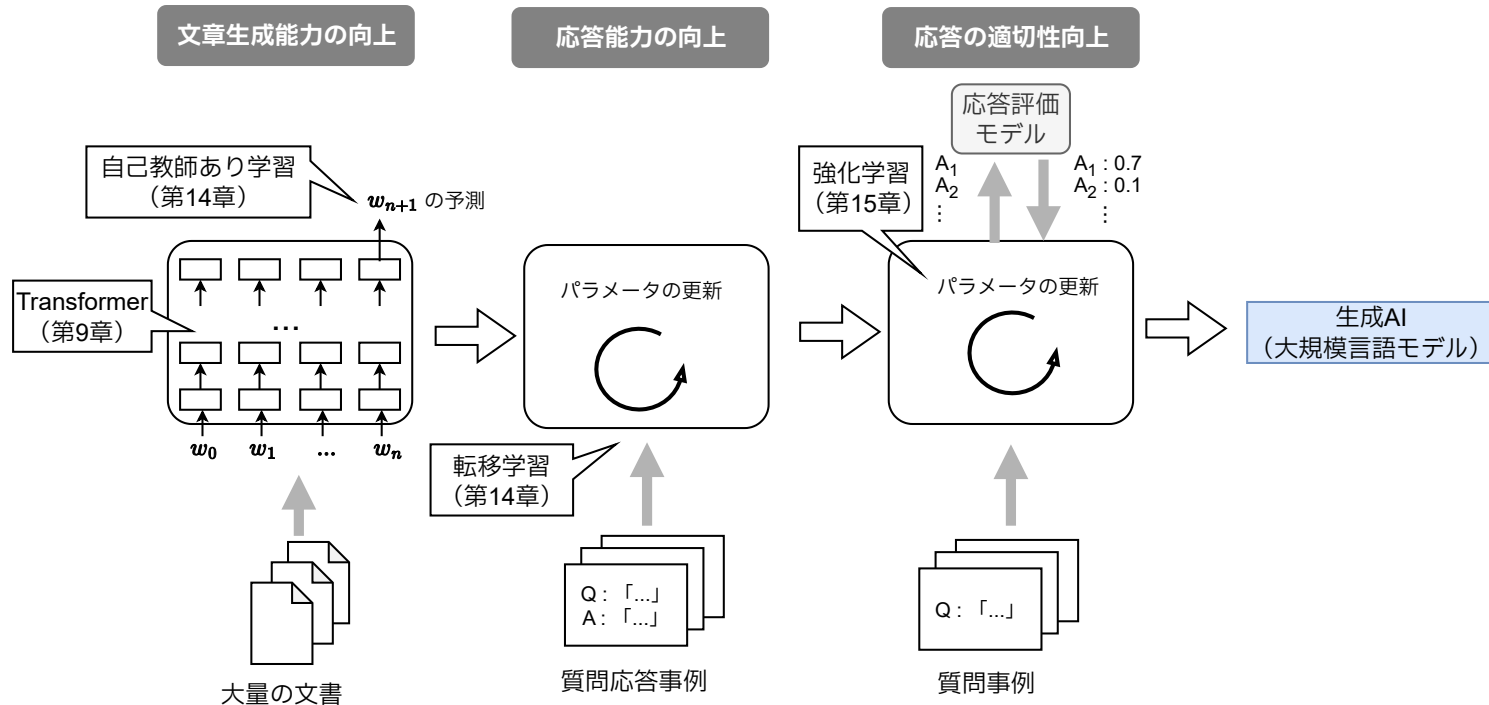


1.2 生成AIへの道 (1/2)

- **生成AI**とは
 - テキスト，画像，音声，動画など，多様な形式のデータを指示に基づいて生成する技術
- **大規模言語モデル** は生成AIの代表例
 - 大量のテキストデータを用いて学習された深層学習モデル
 - テキスト生成，翻訳，要約，質問応答など多様なタスクに対応可能
 - 大規模言語モデルの作成には，さまざまな機械学習技術が活用されている

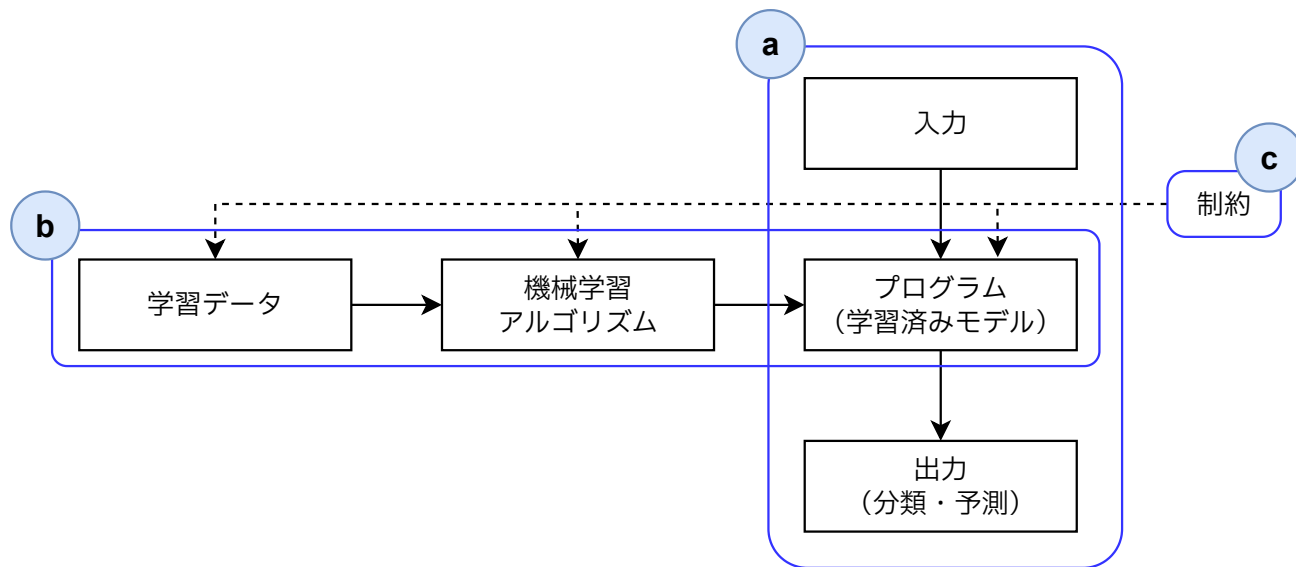
1.2 生成AIへの道 (2/2)

- 生成AIと機械学習技術



1.3 機械学習を適用する流れ (1/4)

- 機械学習（教師あり学習）の適用プロセス
 - 作成したいものは、入力から分類結果や予測結果などの出力を得るプログラムとする
 - 以下の図の a, b, c のステップを順に実行



1.3 機械学習を適用する流れ (2/4)

- 適用可能性を判断する
 - 図の a にあたる部分について、機械学習が必要かどうかを判断
 - 規則を人が明示的に記述できる場合は、機械学習は不要
 - 例) 単純な特徴抽出とシンプルな規則を組み合わせた推薦システム、適用順序が明確に決められた手続きの自動化
 - 規則を記述する際のロジックが明確ではない場合は、機械学習が有効
 - ただし、「解き方がわからないままでもよいか」を検討する必要あり
 - 例) 医療診断支援システム

1.3 機械学習を適用する流れ (3/4)

- データに合わせてモデルを最適化する
 - 図の b にあたる部分について、数理モデルを設定し、データに合わせて最適化する
 - プログラムとして、入力 \boldsymbol{x} から出力 \hat{y} を求める数理モデル f を設定

$$\hat{y} = f(\boldsymbol{x}; \theta)$$

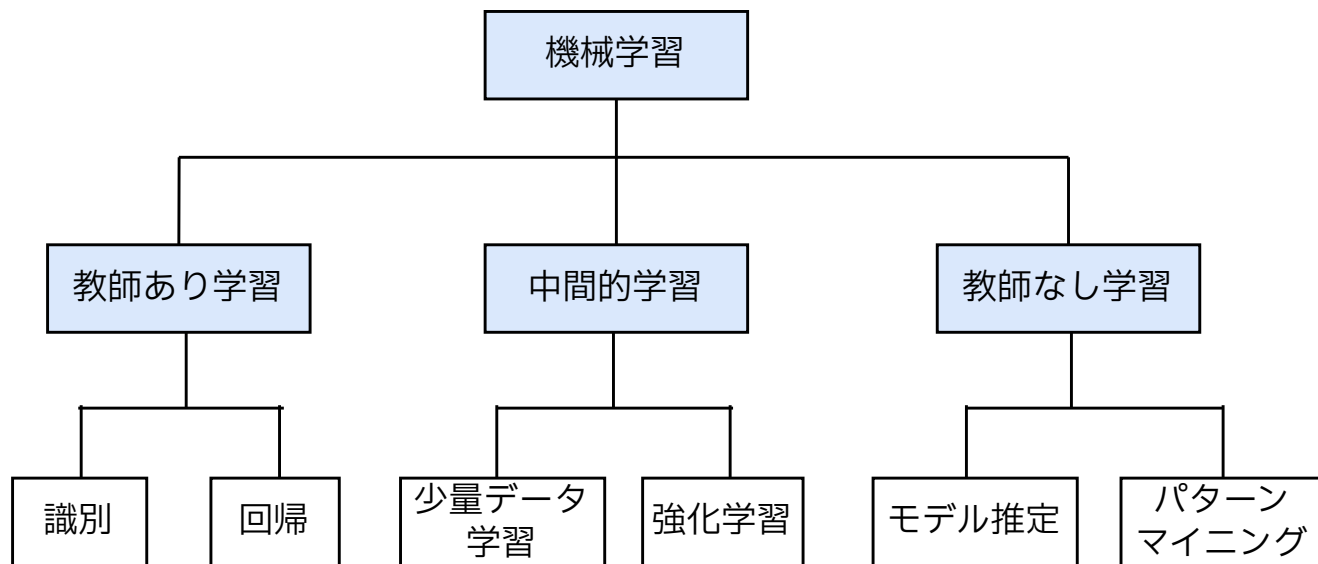
- θ はモデルのパラメータ
 - 正解 y と出力 \hat{y} から定義される損失関数 $L(y, \hat{y})$ の値が最小となるようにパラメータ θ を最適化
- ただし、図の c にあたる部分の検討が終了するまでは、あくまでも PoC（概念実証）

1.3 機械学習を適用する流れ (4/4)

- さまざまな制約を適用する
 - 図の c にあたる部分について、学習に使用するデータ、学習法、運用段階のそれぞれについて制約や要請を確認
 - データに関する制約
 - プライバシー、著作権、公平性
 - 学習法に関する制約
 - 計算資源、学習時間、解釈可能性
 - 運用段階に関する制約
 - 入力されるデータの変化に対する堅牢性の実現
 - 不適切な出力を抑制する枠組み

1.4 機械学習の分類

- データへの正解の有無と出力の種類の組み合わせで分類



1.4.1 教師あり学習 (1/3)

- 教師あり学習のデータ
 - 入力ベクトル \boldsymbol{x}_i と正解情報 y_i のペア

$$\{(\boldsymbol{x}_i, y_i)\} \quad (i = 1, \dots, N)$$

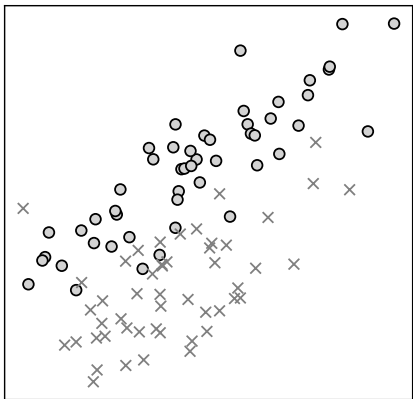
- 入力ベクトルは次元数 d の固定長ベクトル（各要素は数値またはカテゴリデータ）

$$\boldsymbol{x}_i = (x_{i1}, \dots, x_{id})^\top$$

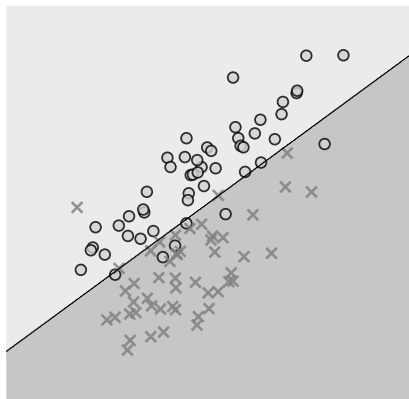
- 学習したいモデル： $f(\boldsymbol{x}) : \boldsymbol{x} \rightarrow y$
- 正解情報の型によって問題が分かれる
 - カテゴリ：識別，連続値：回帰

1.4.1 教師あり学習 (2/3)

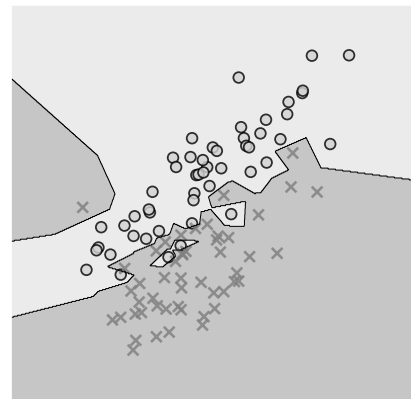
- 識別
 - 正解情報がカテゴリ
 - 例) 感染の判定: 陽性, 陰性
 - 未知データに対する誤りが最小となるような入力空間上の識別面を求める
 - どちらの識別面が未知データに対してうまく識別できそうか



(a) 学習データ



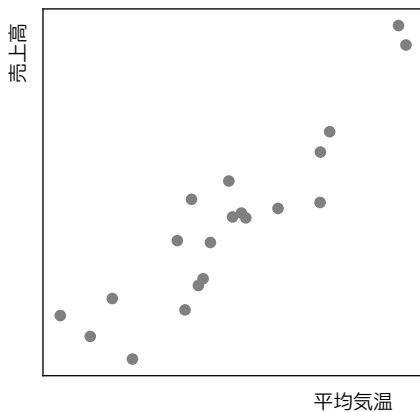
(b) 学習結果1



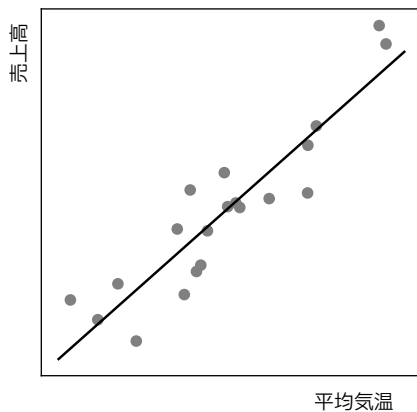
(c) 学習結果2

1.4.1 教師あり学習 (3/3)

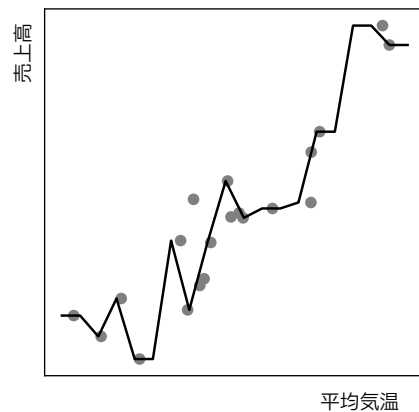
- 回帰
 - 正解情報が連続値
 - 汎化誤差が最小となるような近似関数を求める
 - どちらの関数が未知データに対してうまく予測できそうか



(a) 学習データ



(b) 1次式による回帰



(c) 高次の式による回帰

1.4.2 教師なし学習 (1/4)

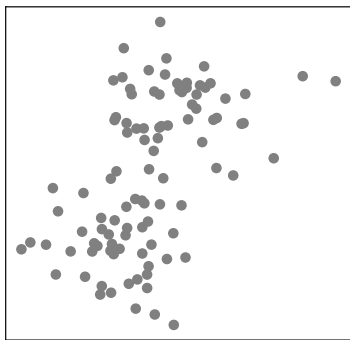
- 教師なし学習のデータ
 - 入力ベクトル \mathbf{x}_i のみ (入力ベクトルは次元数 d の固定長ベクトル)

$$\{\mathbf{x}_i\} \quad (i = 1, \dots, N)$$

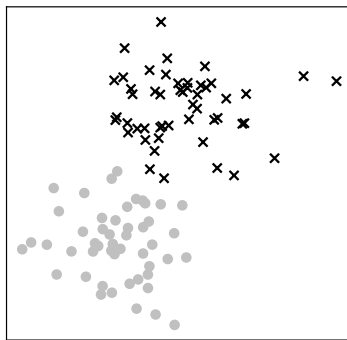
- 学習したいモデル: $f(\mathbf{x}) : \mathbf{x} \rightarrow \hat{\mathbf{x}}$
 - ただし, $\hat{\mathbf{x}}$ は, もとの \mathbf{x} にかなり近いものから, ほぼ同じ情報を表しているとみなせる場合まで, かなり幅広いものを考える
 - 学習で得たいものは f ではなく, \mathbf{x} の背後にある構造や規則性
- モデルがカバーする範囲によって問題が分かれる
 - データ全体をカバー: モデル推定
 - データ中から頻出する傾向を発見: パターンマイニング

1.4.2 教師なし学習 (2/4)

- モデル推定
 - 入力ベクトルは主として数値データ
 - クラスタリング：データをまとまりに分割する
 - データを生じさせたクラスを推定
 - 確率密度推定
 - クラスの確率分布を推定



(a) 正解情報のないデータ



(b) クラスタリング結果の例



(c) 確率密度推定結果の例

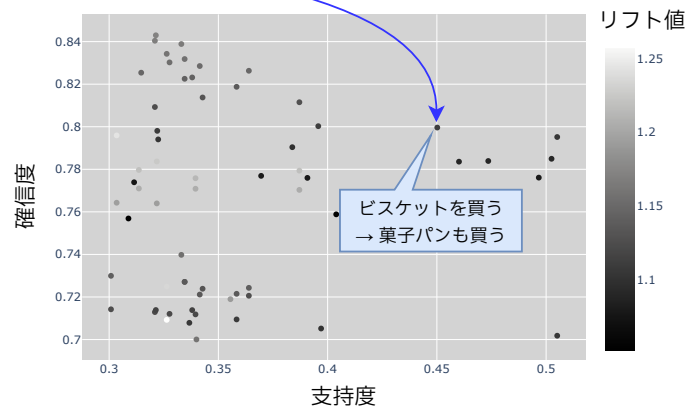
1.4.2 教師なし学習 (3/4)

- パターンマイニング
 - 頻出項目や隠れた規則性を発掘
 - 入力ベクトルは主としてカテゴリデータ（またはカテゴリとみなせるもの）

菓子パンとビスケットの両方で True が頻出する

	その他 食料品	ベビー 用品	菓子 パン	ビス ケット	クーポン	ジュース	お茶	水
0	False	True	True	True	False	True	False	True
1	False	False	False	False	False	False	False	False
2	False	False	True	True	False	True	False	True
3	False	False	True	True	False	True	False	True
4	False	False	True	True	False	True	True	False
...

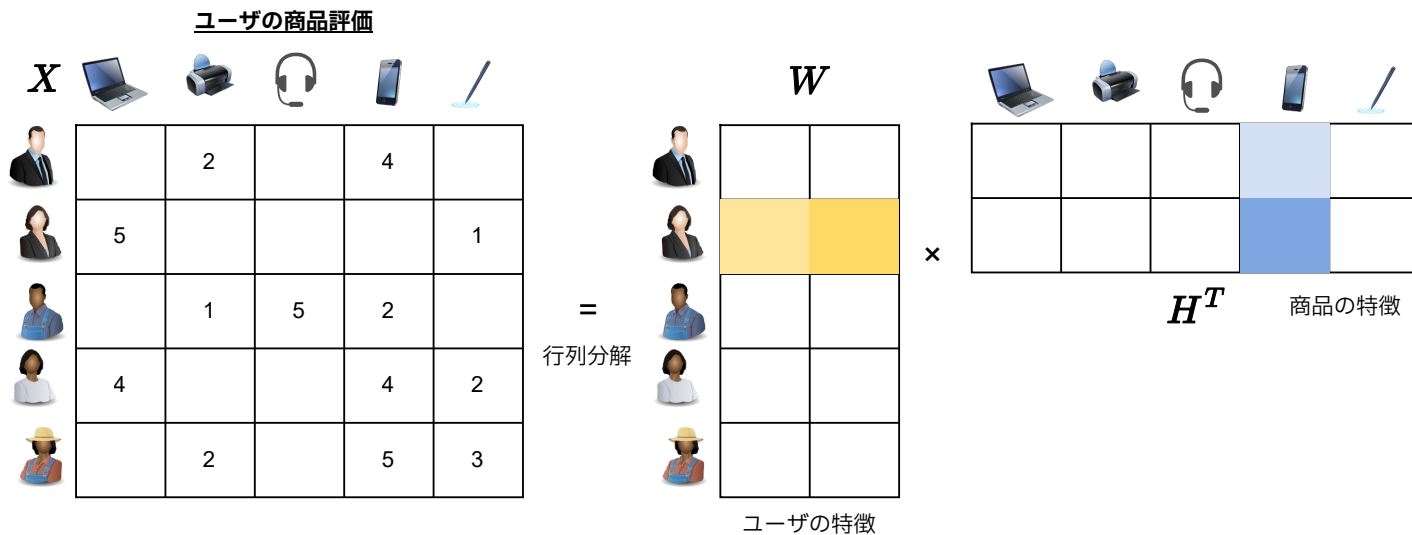
(a) スーパーマーケットの購買記録



(b) 抽出された規則

1.4.2 教師なし学習 (4/4)

- 行列分解
 - 入力は表面的には数値，実質はカテゴリとみなせるもの
 - 対象を低次元ベクトルで表現して，未知の要素を予測

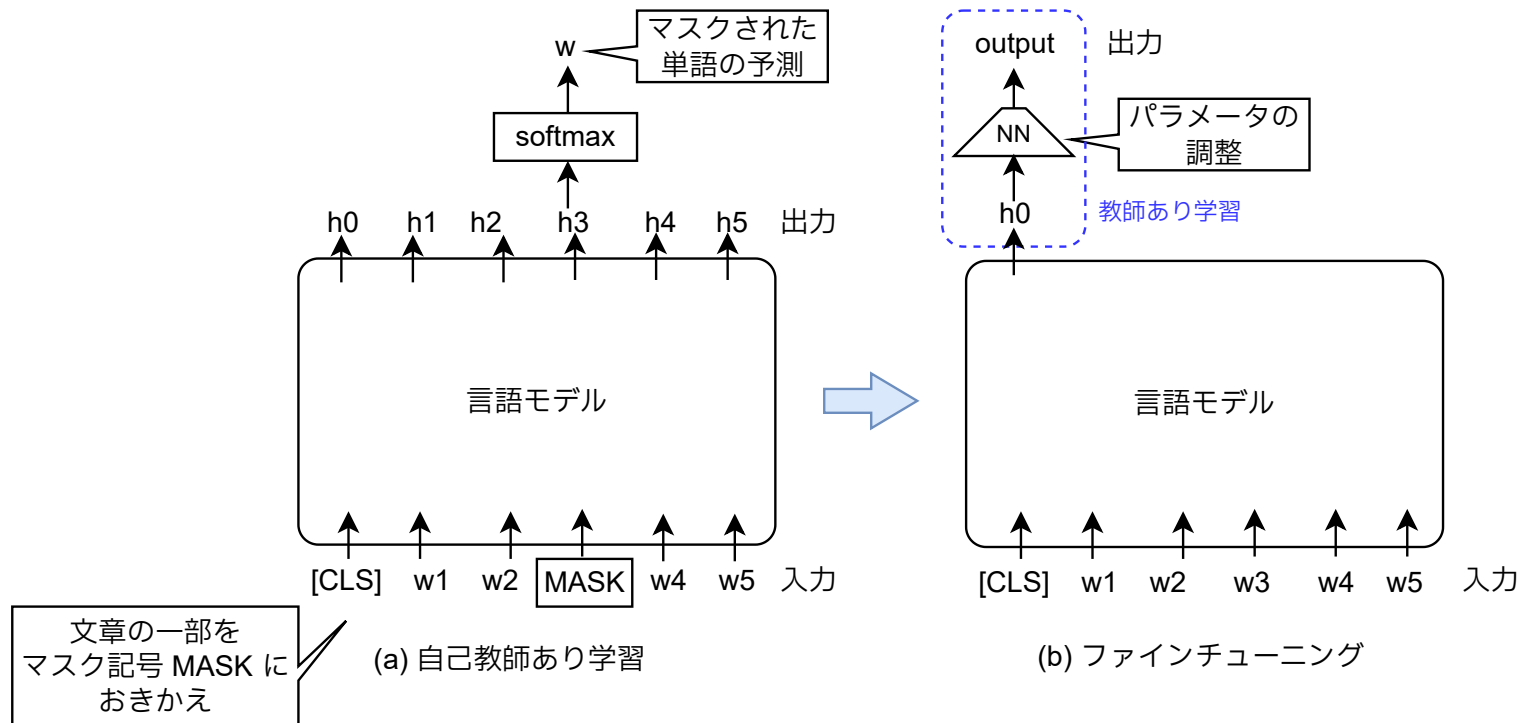


1.4.3 中間的学習 (1/3)

- 少量データ学習
 - 半教師あり学習
 - 大量の正解なしデータと少量の正解付きデータを組み合わせて学習
 - 正解付きデータが少ない場合に有効
 - 転移学習
 - あるタスクで学習したモデルを別のタスクに適用
 - 類似タスク間で有効
 - 自己教師あり学習
 - 一部の入力信号を隠して、それを復元するタスクで表現学習
 - 表現学習の後、少量のタスクデータでファインチューニング

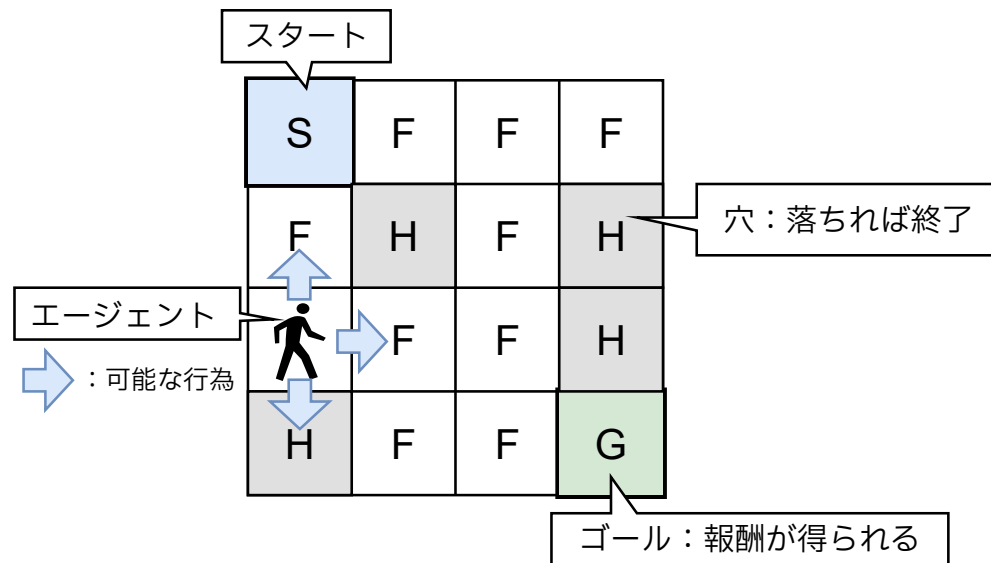
1.4.3 中間的学習 (2/3)

- 自己教師あり学習とファインチューニング



1.4.3 中間的学習 (3/3)

- 強化学習
 - 遷移する状態における最適な行為を学習
 - 正解情報が間接的, 確率的に与えられる



1.5 まとめ

- 人工知能 ⊃ 機械学習 ⊃ 深層学習
- 機械学習とは
 - あらかじめ設定された仮定，制約を満たす数理モデルのパラメータを，入力と出力がペアになったデータ（あるいは入力のみデータ）を用いて最適化する方法
- 機械学習の分類
 - 教師あり，教師なし，中間的

推奨資料

- 書籍
 - 荒木雅弘. マンガでわかる機械学習, オーム社, 2018.
 - 谷口忠大. イラストで学ぶ人工知能概論 改訂第2版. 講談社, 2020.
- オンラインコンテンツ
 - PFN社 Chainerチュートリアル
 - 機械学習帳 (by 岡崎先生@東工大)
 - 久保さん@AWSによるまとめや演習問題の解答