

# ギリシャ語数学文献構文解析における文法の定義および

## 解析作業の現況<sup>1</sup>

斎藤憲（大阪府立大学人文科学系）

### はじめに

本稿は[斎藤 2016]（2015 年第 26 回数学史シンポジウム報告集掲載）の続きである。2015 年秋に報告したのは、『原論』のテキスト全文の構文解析をおこない、文法構造の *stemma*（樹形図）を作るというプロジェクトであった。このプロジェクトを実際に開始するには、まず基本的な文法を決定し、個々の文を解析するために必要な文法規則を作成し、さらに文法規則に合致した *stemma* 作成・記録を支援するプログラムが必要であり、

これらの段階に予想以上の時間をとられ、解析は開始したばかりであり、解析結果から具体的な成果を得るに至っていない。そこで本稿では、基本的な文法と文法規則について説明し、作成された樹形図の一例を示すこととする。

### 基本的な文法と *stemma* の例

個々の文に対して *stemma* を作成するための基本的な文法は、Tesnière の依存文法を利用する[Tesnière, 1959].

依存文法では、動詞が文全体を支配すると考える。そこで作られる *stemma* では、動詞の子として主語、目的語、補語などが配置される。同様に、名詞は、それを形容する冠詞や形容詞を支配する。前置詞句の扱いについては、前置詞が後続の名詞を支配するように文法を定義した。解析の結果作成される *stemma* の例として、第一巻命題 4 冒頭の言明の *stemma* をこの報告の最後に掲載した。ここでは、大きな *stemma* の構造を見やすくするために、一つのまとまりをなす単語群を枠で囲んである。本文中では、ここから一部を抜粋して説明に利用する。

動詞が他の要素を支配する例として、図 1 に「2 つの三角形が 2 辺に等しい 2 辺を持つ」という部分の樹形図を掲載した。単語の前の番号は文全体での語順を表わす。各々のギリシャ語単語に対して、それにおおむね対応する英語を示している。以下、ギリシャ語でなく対応する英単語で説明する。

---

<sup>1</sup> 本研究は科学研究費補助金（課題番号 26282066）を受けたものである。

この文の動詞(11 has)は、その主語の(3 triangle)および、目的語の(10 equal)を支配する。なお、ノード間を結ぶ線に付された A001 などの記号は、適用された文法規則のプログラム内でのコードを示すものである。

この動詞の目的語は(6 sides)であるのだが、樹形図の構造を変更して、本来は(6 sides)を形容する形容詞(10 equal)が目的語の場所にある。これについては「等しいという表現」の箇所でも説明する。

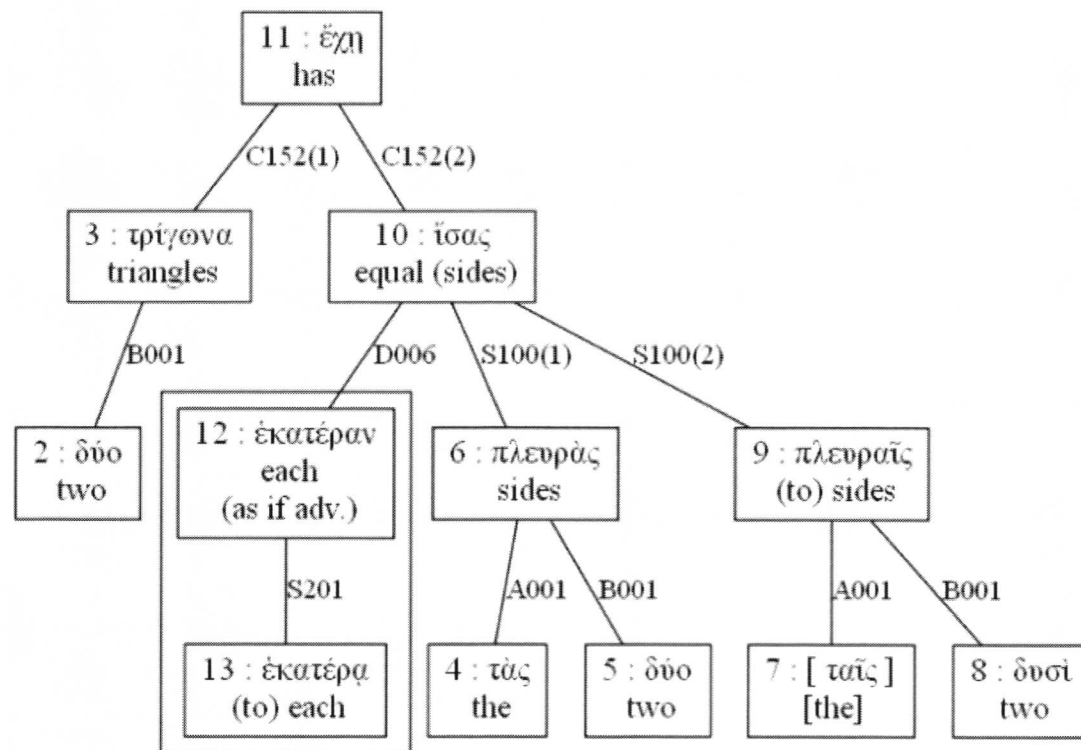


図 1

同様に、名詞(6 sides)は、冠詞(4 the)および形容詞(5 two)を支配する。なお、ギリシャ語では冠詞や形容詞は数・格によって変化するので、名詞と冠詞・形容詞の関係はほとんどの場合、明白である。

この樹形図の基礎にある文法は、Tesnière の依存文法に着想を得たものであるが、筆者がこの解析作業のために文法の細部を定義した際に導入した特徴がある。それは1つのノードは1つの単語に対応し、文中の単語に対応しない新たなノードを構成することを極力避けていることである。通常の stemma では、たとえば名詞に冠詞が結合すると、この名詞+冠詞を名詞句としてあらたなノードを形成する。Tesnière の文法ではそれほどまでにはノードは増えないが、やはり新たなノードを作る場合はある。新たにノードを作成すれば、文章の構造は明確になるが、stemma 全体は複雑で大きなものになる。これを避けて、新たなノードを極力作らない文法を定義した。もちろん、それがかえっ

て文章の構造を明確にしない可能性もあり、この選択が適切であったかどうかは、多くの文を解析してみないと分からない。なお、いったん文法解析をおこなって stemma を作成して記録すれば、ノードを増やすタイプの stemma を作る文法規則を定義し、その定義に沿って解析結果を一括して書き換えることは可能である。

この stemma は graphviz を利用して dot ファイルで描かれている。その基礎になるデータは xml ファイルで記録されている。まだ stemma を多数作成する段階でないので、ここで表示した stemma は手作業で作成したが、次の段階では XSLT を利用して xml ファイルから stemma を自動作成する予定である。

### 数学文献に特有の表現

数学文献には通常のギリシャ語にない特有の表現がある。それは「点 A」「直線 AB」「円 ABΓ」と訳されるもので、図中の点の名前のアルファベットに冠詞を付したものである。これらの表現はそれぞれ「点」「直線」「円」のような単語を伴うこともあるが、冠詞の性によって指す対象が分かることが多いので、単に「冠詞+アルファベット」で図形を表わす表現が頻出する。幾つかの例をあげる。括弧内の語はしばしば省略される。

τὸ Α (σημεῖον) 点 A	ἡ ΑΒ (εὐθεΐα) 直線 AB
ὁ ΑΒΓ (κύκλος) 円 ABΓ	ἡ ὑπὸ ΑΒΓ (γωνία) 角 ABΓ
τὸ ὑπὸ τῶν ΑΒ, ΒΓ (περιεχόμενον ὀρθογώνιον) AB, BΓ に囲まれる長方形	

これらの表現については、まずどのような stemma で表現するかという問題と、「点」や「直線」などの語が省略された場合、省略された語を補うべきかという問題がある。これらの語が省略される場合の方が多いことを考えると、省略されるたびにその語を補うのは煩わしい。そこでこれらの表現では、点の名前のアルファベットが冠詞を支配し、名詞であるかのように振る舞うという文法規則を採用した。そこに「点」「直線」などの名詞が省略せずに添えられている場合は、それらの名詞が「冠詞+点の名前」と同格であると見ることにした (図 2)。

なお、2つの文中の要素が同格で並ぶ場合、stemma ではそれらをまとめるノードを作るのが普通であるが、ノードを増やさない原則にしたがって、ここでは「点」「直線」などの名詞が親のノード、「冠詞+点の名前」が子のノードとする文法規則を作成した。なお、AB のような点の名前そのものには格や数はないが、結びついた冠詞の持つ格や数を継承するという規則を作った。構文解析支援プログラム内では、冠詞と結びついた点の名前が、格や数を持った名詞と同様に振る舞うことになる。

なお、角や長方形の構文はもう少し複雑である。これらについてはここで詳述しないが、それぞれ文法規則を作成している。

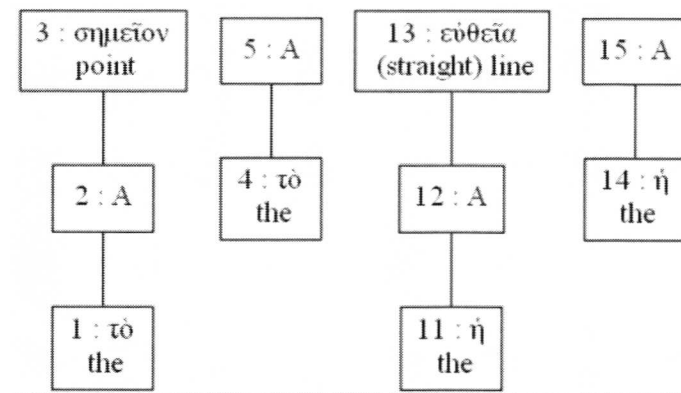


図 2

等しいという表現

『原論』は数学文献だから、等しいという表現は頻出する。以下、A is equal to B. という英文を例にとって、この文に適切な stemma を構築することを考えよう。ギリシャ語では A, B のラベルとともに冠詞がつくが、それは上で見たように stemma ではラベルの子となるので、stemma 全体の構造に影響を与えない。普通に考えれば、図 3 のような stemma が考えられる。

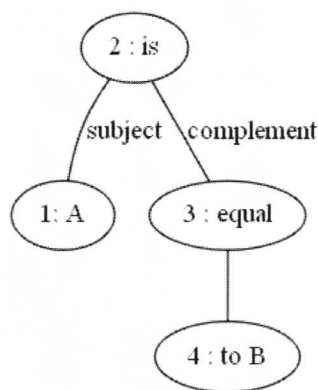


図 3

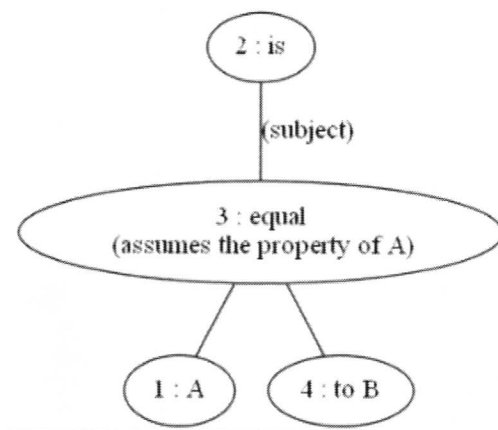


図 4

しかし A と B は等しいのだから、これらは stemma 内でも対照な配置になることが望ましい。そこで主語 A を形容詞 equal に従属させ、equal が A の「主格の名詞」という属性を引き継いで、動詞 is に従属するという文法規則を「等しい」という形容詞について定義して、図 4 のような stemma を作ることにする。

## 慣用的表現の扱い

『原論』は限られた語彙と、一般にはかなり単純な構文で作られているが、それでも単純な文法規則だけでは *stemma* が作れないことがある。ここではその一例として、

「各々等しい」の「各々」にあたる表現をとりあげる。図 1 の 12 番と 13 番の語に注目する。ここに出てくるのは *ἐκάτερος* (各々の) という形容詞の単数女性対格(12 番)と単数女性与格(13 番)である。この表現は「2 辺に等しい 2 辺を持つ」という表現の後に追加されていて、省略された表現を補いつつ直訳すれば「[すなわち]各々に(13) [等しい] 各々を(12) [持つ]」ということになる。問題はこの表現をどうやって *stemma* に取り込むかである。省略されたと考えられる語をすべて補うのは、この表現がかなり頻繁に現われることを考えれば現実的でない。そこでこの 12 番と 13 番の 2 語だけで「それぞれ」(英語なら *respectively*) という意味の副詞句を作ると考えることにする。この表現では、同じ語が 2 度繰り返されるが、その 2 つ目(ここでは 13 番)は必ず与格である(～に等しい、ということだから)。最初のもの(12 番)は、ここでは「持つ」という省略された動詞の目的語と考えられているので対格であるが、

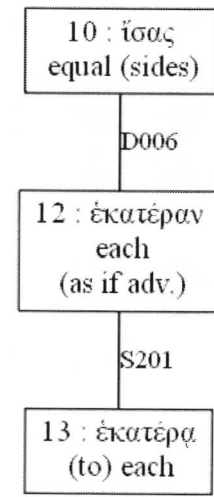


図 5

主格などの他の格で現われることもある。そこで、「*ἐκάτερος* (任意の格) + *ἐκάτερος* (同じ性の与格, ここでは女性形なので *ἐκάτερα*)」という表現で 1 つの副詞句とし、「等しい」という形容詞に従属するという文法規則を作り、図 5 のような *stemma* を作ることにした。このような場当たりの工夫が正当なのかは議論の余地があるが、頻出する慣用句には、その専用の文法規則を作るほうが現実的であるように思われる。

## 構文解析支援プログラム

解析結果はコンピュータに保存するのだから、構文解析もコンピュータ上で実行するのが合理的である。しかし、ここでの目的は文法解析をおこなうプログラムを作ることではないので、ユーザーがおこなう解釈を支援するプログラムを作成している。すなわち、解析すべき文章を読み込み、辞書にしたがって個々の語の文法的属性の可能性を示し(同じ形の語で複数の属性がありえる場合は非常に多い)、適用可能な文法規則を表示して、ユーザーが単語を結びつけて *stemma* を作成していく、というものである。プログラムは Java で書かれているので多くのプラットフォームで実行可能である。現在稼働中(そして改善中)のプログラムのスクリーンショットを図 6 に示す。本論文末の *stemma* の最初の部分に相当する。なお、ギリシャ語もそのまま表示できるが、当面は TLG プロジェクトなどで用いられている Beta Code で表示をおこなっている。

次年度は解析の成果を発表できるよう努力したい。

1.0 *)EA\N [verb, sg, act, ...]	1.0 *)EA\N [verb, sg, act, conj, pres, 3]
2.0 DU/O	1.0 E100 - conj for two
3.0 TRI/GWNA [noun, n, ...]	14.0 KAI\ [verb, sg, act, conj, pres, 3]
4.0 TAI=S	1.0 E100 - conj for two
5.0 DU/O	11.0 E\XH\ [verb, sg, conj, act, pres, 3]
6.0 PLEURA\S [noun, f, ...]	C152 - verb (tr) subject(neut_pl) + object
7.0 TAI=S	3.0 TRI/GWNA [noun, n, pl, nom]
8.0 DUSI\	B001 - adjective and noun
9.0 PLEURAI=S [noun, f, ...]	2.0 DU/O
10.0 I\SAS [adj, f, pl, acc]	10.0 I\SAS [adj, f, pl, acc]
11.0 E\XH\ [verb, sg, co]	S100 - ISOS (equal) A = B(dative)
12.0 E(KATE/RAN [adv]	6.0 PLEURA\S [noun, f, pl, acc]
13.0 E(KATE/RA\	A001 - noun with article
14.0 KAI\ [verb, sg, act, c]	4.0 TAI=S
15.0 TH\N	B001 - adjective and noun
16.0 GWNI\AN [noun, f, s]	5.0 DU/O
17.0 TH=	9.0 PLEURAI=S [noun, f, pl, dat]
18.0 GWNI\A\ [noun, f, sg]	A001 - noun with article
19.0 I\SHN [adj, f, sg, ac]	7.0 TAI=S
20.0 E\XH\ [verb, sg, co]	B001 - adjective and noun
21.0 TH\N	8.0 DUSI\
22.0 U(PO\ [adv(prepp)]	D007 - adjective requires genitive
23.0 TW=N	12.0 E(KATE/RAN [adv]
24.0 I\SWN	S201 - hekatera(n) hekaterai (dat)
25.0 EU)QEIW=N [adj, f, ...]	13.0 E(KATE/RA\
26.0 PERIEXOME/NHN,	20.0 E\XH\ [verb, sg, conj, act, pres, 3]
27.0 KAI\	C002 - verb (tr) + obj
28.0 TH\N	19.0 I\SHN [adj, f, sg, acc]
29.0 BA/SIN [noun, f, sg,	S100 - ISOS (equal) A = B(dative)
30.0 TH=	16.0 GWNI\AN [noun, f, sg, acc]
31.0 BA/SEI [noun, f, sg,	A001 - noun with article
32.0 ...	15.0 TH\N
	B002 - participle and noun
	26.0 PERIEXOME/NHN, [verb, f, sg, acc]

図 6

#### 参考文献

- ・[斎藤 2016] 斎藤憲「エウクレイデス『原論』の用語・語法の分析によって追加部分を判別する試み」『第 26 回数学史シンポジウム報告集』（津田塾大学数学・計算機科学研究報告 37）
- ・[Heath 1925] Heath, T.L. trans. *The Thirteen Books of the Elements*. 3 vols. 2nd ed. Cambridge University Press. Reprint, New York: Dover Publications, 1956.
- ・[Tesnière 1959] Tesnière, Lucien. *Éléments de syntaxe structurale*. 2nd éd. rev. et corr. Paris: Klincksieck, 1988. （ルシアン・テニエール著，小泉保監訳『構造統語論要説』研究社 2007）



190