

グラフ理論と自然言語統語分析

有 川 康 二

キーワード：ヒト脳，経験科学，自然言語，グラフ理論，位相幾何学，
樹形図（tree），部分木（subtree），島（island），
結合条件（Connectedness Condition）

1 数学と自然言語分析

Kayne（1984）はグラフ理論を自然言語の構造分析に応用している。グラフ理論は数学の一分野である。グラフとは点と線からなる集合で，数値情報を図で表したもので，数値情報では見えにくい全体的なパターンや傾向を目みることができる¹⁾。また，Kuroda（1976）は相対的な位置関係（伸ばしたり，縮めたり，曲げたり，ねじったりしても保存される性質）を調べる位相幾何学（topology）を自然言語の構造分析に応用している²⁾。しかし，言語学（自然言語分析）は数学ではない。自然言語は自然が創造したヒト脳の自己組織化現象の一つである。ヒト脳のような複雑系は非線形でカオス的な動き（ $1+1=2$ とまらないような動き）を示す。脳研究は予測不能で手に負えない自然を含む。しかし，非線形やカオスは数学の対象である。非ユークリッド幾何学やフラクタル等，数学の中には複雑系やカオス系に挑む分野がある。ランダムに見えながら，初期条件に多大な影響を受け，単純な法則に支配されるのが複雑系やカオス系である。生物学や脳科学と縁が深いのは非線形の方である。胃・大腸・小腸という消化システムの臓器を観察しながら消化・排泄の法則とメカニズムを調べる方法と，ヒト脳という情報処理の臓器を観

察しながら自然言語の情報処理計算の法則とメカニズムを調べる方法は同じである。その方法を経験科学と呼ぶ（Chomsky（2000：75.105））。数学は非経験科学である（畠山2004）。経験科学にはヒト脳とか大腸とか自然が創造した自然物が目の前にある。例えば、脳科学は、脳という蛋白質の塊である自然物の働きを、どこまでが可能な働きで、どこからが不可能な働きなのかを説明するので、論理的必然性があれば何でもありというわけにはいかない。自然物の働きなので生物学的必然性・物理学的必然性・化学的必然性を満たす必要がある。自然言語は再現可能性を持つヒト脳の自動反応である。例えば、「猫が金魚が食べた」という例に対してヒト脳がどのような反応を示すか実験すると、ヒト脳は計算崩壊の反応を示す（この例は変だと感じる）。この計算崩壊の結果は再現可能性を持つ（何回実験しても同じ結果が得られる³⁾）。実験データの再現可能性は経験科学という方法が成立する為の基盤である。一方、非経験科学の数学や論理学もヒト（数学者や論理学者）が自分の脳（ヒト脳）の働きを徹底的に走査する作業である（養老1994：6）。数学や論理学は論理に矛盾がなく整合性が確保できれば、つまり、論理的必然性を満たす限り、何でもありである。二乗してプラスになる実数（real number）があるなら、二乗してマイナスになる虚数（imaginary number； $i^2 = -1$ ）があっても何の問題もない。何の問題もないどころか、虚数を基盤とする複素数（ $a+bi$ で表される数。 i は -1 の平方根）や虚時間は、物理学や工学において、電気回路や電磁波利用の応用に不可欠であり、宇宙や時間の起源の問題の理論構築に不可欠である⁴⁾。ヒト脳や大腸は自然物で触って確認できるが、実数、複素数、虚数は触って確認できない。ヒト脳や大腸をここに持って来て「この物体がヒト脳だ、この物体が大腸だ」と机の上に置いて触ったり匂いを嗅いだりできるが、実数や虚数を机の上に置いて触ったり匂いを嗅いだりできない。実数、複素数、虚数は、自然物であるヒト脳の創り出した人工物（人工言語）である。物理学、化学、生物学、脳科学等の経験科学では、宇宙、原子、分子、消化システム、脳などシステムの振る舞いを扱う。これらのシステムは、母なる自然が十億年、百億年単位の期間をかけて創造した、手に負えず、一

筋縄ではいかず、予測不能な要素を含む自然物としての分析対象である。Chomskyが述べるように、もし、ヒト脳の働きである自然言語が、整合的、論理的、無矛盾で、無駄なくエレガントなものであったら、言語学者はとっくの昔に自然言語分析を数学者にお願いしている。しかし、ヒト脳の働きである自然言語分析は、数学者にとって複雑すぎて（意味不明過ぎて）手に負えない（やり甲斐がなく、真面目な研究に値する研究対象とは思えない）。例えば、フレーゲ（F. L. G. Frege, 1848.1925。ドイツの数学者、論理学者、哲学者。ドイツのイェーナ大学で44年間、数学を教えたが、最後まで正教授にはなれなかった。当時の学界からは無視された）は自然言語の問題を軽視していた（Chomsky）。数学者は、自分の脳（ヒト脳）の中の法則を書き出している。一生懸命、自分の脳を走査し、論理性、無矛盾性を究極まで推し進めた時に何が出てくるのかを自分の脳を駆使して実験する（養老1994：6）。しかし、話は単純ではない。オーストリア生まれの米国の論理学者ゲーデル（Kurt Gödel；1906.1978。物理学と数学の研究で知られる）が非経験科学である数学が根本的な非論理性、非整合性、矛盾を抱え込んでいることを証明してしまったからである。ゲーデルの不完全性定理には二種類ある。第1不完全性定理は、自然数論をふくむ形式的体系が無矛盾であれば、その体系は不完全であることを証明している。第2不完全性定理は、そのように形式的体系が無矛盾であるかぎり、その体系は体系自身の無矛盾性を証明できないことを証明している⁵⁾。数学者は数学の不完全性や証明不能性の問題で大変で、自然言語を分析している暇はない。五百年程前に、ガリレオ・ガリレイ（イタリアの物理学者・天文学者。1564.1842）は、ヒト脳の働きである自然言語（心）の働きは、物理学にとって複雑過ぎると述べている（Chomsky 2000）。物理学者も、300年以上前にアイザック・ニュートン（イギリスの数学者・天文学者。1642.1727）が惑星の公転等の自然現象を、力学（物質間の直接接触の働きを基盤とする学問）で説明することができないことに気づき、自分の発見に愕然とした時以来大変であって、自然言語を分析している暇はない。ニュートンは自然現象は力学という、物質や自然に寄り添った学問で

は説明できず、数学という抽象的な人工言語でしか説明できないことに気付いて愕然としたという(Chomsky 2000)。しかも、ニュートンは説明の必要性から、微積分という数学を自分で作らざるを得なかった。ニュートンの著書『プリンキピア』(Philosophiae naturalis principia mathematica (自然哲学の数学的原理) 1687)は、自然現象を、物質間の直接接触を基盤とした直感的に分かり易い力学の言葉で説明しようとしたが、結局、それは無理な試みで失敗し、自然現象は数学という物質間の直接接触とは無関係な、自然物とは引き剥がされた抽象的な人工の言葉で説明をつけるしかないという挫折を表明したものである(Chomsky 2000)。数学者も物理学者も自分達の仕事だけで忙し過ぎる。現段階では自然言語分析は言語学者が19世紀的な家内工業的な方法で細々と試行錯誤しながらやるしかない。現在の自然言語研究は、遺伝学の発達に例えると、19世紀のメンデル(G. J. Mendel 1822-1884)がエンドウ豆の交配実験と表現型の統計的分析によって法則らしきものを探している段階にある(Lightfoot 1982)。実際、Lightfootによれば、生成文法モデルはメンデルの方法を、自然言語に応用したものである。メンデルの業績は当時学界から無視され、メンデルの死後、再評価された。19世紀のメンデルの家内工業的な遺伝学は、20世紀半ばの分子生物学の発展の基盤となった。堀田・酒井(2007: 230-231)によれば、メンデルに限られた(みずばらしい)統計の結果から3:1という美しい整数比を発見したことは、メンデルの鋭い直観と洞察力の賜であって、メンデルはあまりにも偉すぎる。20世紀に入って、シャルガフ(E. Chargaff 1905-2002)がDNAの塩基の量の比が1:1の関係にあるという美しい整数比を発見した。このシャルガフの発見に基づいて、ワトソン(J. D. Watson 1928-)とクリック(F. H. C. Crick 1916-2004)のDNAの二重螺旋モデルが成功し、現在の分子生物学の基盤を用意した。堀田・酒井は、メンデルはシャルガフとワトソン・クリックの発見の基盤となる美しい整数比を、ゴチャゴチャに見える生物科学の分野で誰も考えられない時代に初めて発見したので、シャルガフより偉く、更に、シャルガフはワトソン・クリックより偉いので、メンデルは、二倍、偉

いと述べる。現在のメンデル的方法による自然言語分析も、願わくば、未来の本格的な脳科学としての自然言語分析の基盤となって欲しい。本稿では現在19世紀的な家内工業的な自然言語分析を行う言語学者が、数学の知見を自然言語の構造分析に如何に利用しようとしているのかの一端を紹介する。

2 結合理論 (Connectedness Theory) (Kayne 1984)

Kayne (1984) で提案された結合理論 (Connectedness theory) は、グラフ理論を自然言語の統語分析に応用したものである。自然言語分析で使用される樹形図は集合計算を視覚化し見やすくする働きがある。同時に、樹形図は一次元の数式を二次元の座標グラフに変換して、数式を視覚化してトポロジカルな性質を考察するのと同様、自然言語の一次元情報 (文の語順・前後関係) を、二次元の構造 (上下関係) に変換し自然言語構造のトポロジカルな性質を考察する。ヒト脳の中に構造から語順を出すという変換関数が生得的に備わっている (LCA: Linear Correspondence Axiom (線状性対応公理) (Kayne 1994))。結合理論では次の結合条件 (Connectedness Condition) を仮定する (Kayne 1984), 邦訳は原口・中村 (1992: 119-125) を参考)。

(1) 結合条件⁶⁾

ある枝分かれ図Tにおいて、一つの先行詞 α に局所的に束縛される空範疇 β_1, \dots, β_n の集合がある場合、すべての β_i のg投射集合と先行詞 α との和集合は、枝分かれ図Tの部分木 (subtree) を形成しなければならない。

部分木 (subtree) はコンピュータ理論の用語の援用である。データ処理において、1個の節 (node) から到達可能な樹形図 (tree) の部分を指す。次に、g投射集合 (government-projection set) の定義を示す。

(2) g投射集合

α に統率される範疇 β のg投射集合は次の要素によって構成される。

- (i)
- (ii) のすべてのg投射
- (iii) を支配するが を支配しないすべての範疇

現在の生成文法モデル(ミニマリスト・プログラム)では, 統率(government)の概念は破棄されている。破棄された理由は四つある(中村 et al. 2001: 190)。

(3)ミニマリスト・プログラムで統率が破棄された理由

- a. 最大投射内の要素は相互統率している。しかし, 補部が指定部を統率する関係, 指定部が補部を統率する関係, 補部が主要部を統率する関係, 指定部が主要部を統率する関係で規定されるような演算は存在しない。
- b. 統率には統率子(governor)の種類によって, 三種類の統率がある(統率, 語彙統率, 先行詞統率)。しかし, この三者には共通点がない。範疇錯誤(category mistake)が生じている。
- c. 統率を基盤とする格素性照合・削除が不要となった。
- d. 統率を基盤とする空範疇原理が不要となった。

まず(3c, d)は統率の経験的基盤が失われたことを示す。しかし, 格素性, 空範疇が不要であったら, そもそもその経験的基盤が最初からなかったことになる。実際, ミニマリスト・プログラムでは格素性を解釈不能な時制素性[uT]とする立場(Pesetsky 2004)や, 空範疇はコピー理論によれば, 発音されないオリジナル(原型)である。つまり, そもそも格素性とか空範疇が存在しなかった可能性もある。すると, 統率の経験的基盤が失われたとは言えない。(3b)は名称の問題であって, 必要な関係であれば名称を変えて保留すればよい。実際, , 語彙範疇, 先行詞の概念は破棄されていない。(3a)に関しては, 結合条件が樹形図内の一筆書き問題(紙から鉛筆を離さないで出発点から到達点まで行けるかという問題。初期トポロジー問題)を解いて

いると考えれば、主要部が他を統率する関係性だけが重要とは言えない⁷⁾。すなわち、数学のグラフ理論を基盤とした結合条件が、数学の一笔書き問題を解いているとすれば、また、結合条件に統率の概念が必要であれば、(3a)を統率を破棄する理由とすることはできない。統率はミニマリスト・プログラム以前のGBモデル (government and binding model) で中心的な働きをした。統率の定義はm統御 (maximal-projection command) を含む。統御にはm統御とc統御 (constituent command) があるが、ミニマリスト・プログラムで保留されているのはc統御だけである。統率の定義を示す ((中村 et al. 2001 : 76) より改変)。

(4) 統率

次の条件を満たすとき、 α は β を統率する。

- (a) α が β をm統御し、かつ、
- (b) α を支配する全ての最大投射範疇が β を支配する。

以下にm統御の定義を示す (Horstein et al. 2005 : 79)。

(5) 次の条件を満たすとき、 α は β をm統御する。

- (a) α は β を支配せず、かつ、
- (b) α は β を支配せず、かつ、
- (c) α を支配する全ての最大投射が β を支配し、かつ、
- (d) α と β は異なる。

上の定義で α の性質により3種類の統率に下位分類される (ibid., 77を改変)。

- (6) a. 統率: α が β の姉妹で、かつ、 $\beta \in \{N, V, A, P, INFL\}$
- b. 語彙統率: α が β を統率し、かつ、 $\beta \in \{N, V, A, P\}$
- c. 先行詞統率: α が β を統率し、かつ、 α と β に同一指標が付与される。

ミニマリスト・プログラムにおけるc統御の定義を示す (Hornstein et al. 2005 : 366⁸⁾)。

(7) 次の条件を満たすとき、 X は Y をc統御する。

(a) X は Y の姉妹か、または、

(b) X は Y の姉妹で、かつ、 X が Y を支配する。

中村et al. (2001) によれば、統率は、c統御より狭い範囲の構造関係を規定するものであり、相互m統御と同じである (ibid., 76)。しかし、この「統率はc統御より狭い範囲の構造関係を規定する」というのは誤解を生みやすい。c統御の場合、付加詞がc統御するのはその付加詞の姉妹だけなので、姉妹関係という最小の構造関係しか規定しない。これは統率より狭い構造関係である。g投射の定義を示す。

(8) g投射

次の条件を満たすとき、 Y は X のg投射である：

(a) Y が(通常の X 理論の意味で) X の投射か、 X のg投射の投射であるか、または、

(b) X が構造統率子で、 Y が W と Z を直接支配する。(Zは X のg投射の最大投射で、 W と Z は規範的統率構造にある。)

構造統率子 (structural governor) は語彙統率子 (lexical governor) である。従って、INFLやCOMP等の機能範疇 (functional category) は構造統率子から排除される。但し、Kayne (1984) ではPは英語やアイスランド語では構造統率子だが、ロマンス諸語ではそうではないというパラメータの違いを示唆している。上の定義を簡潔化したものを示す⁹⁾。

(8') 範疇 G のg投射集合 G (G が X を統率する場合):

- a. 全ての x について, x が G の g 投射であれば, x は G の要素である。
- b. x は G の要素である。
かつ,
b': x が G を支配し, G が x を支配しなければ, x は G の要素である。

ミニマリスト・プログラムでは X 理論を破棄する立場もある (Chomsky (1994) の Bare Phrase Structure (BPS) Model)。BPS モデルでは範疇を無駄な人工物として破棄する。しかし、主要部、補部、指定部の概念はミニマリスト・プログラムで利用される。つまり、最初の併合 (Merge) で主要部が併合対象とするのが補部で、それ以降の段階で併合されるのが指定部である¹⁰⁾。しかも、投射の概念は保留されている。従って、軽々しく g 投射を不要として破棄することはできない。次に、規範的統率構造の定義を示す。

(9) 規範的統率構造

W と Z (Z は最大投射で, W と Z は範疇 Y に直接支配される) は、次の条件を満たすとき、規範的統率構造である：

- (a) 当該言語の文法において V が右側の NP を統率し, W が Z に先行するか、または、
- (b) 当該言語の文法において V が左側の NP を統率し, Z が W に先行する。

ミニマリスト・プログラムでは二次元の構造情報と一次元情報を峻別し互いに関与しないという立場をとる。二次元構造の問題は Spell-Out 以前の Narrow Syntax (NS) (併合による構造構築段階) の問題とし、語順 (左右・前後関係) の問題は Spell-Out が適用され音韻情報が音韻情報処理システム (PF) に送信される段階での問題とする。しかし、もし主要部に一次元情報が関与していれば破棄できない。

3 結合理論で説明されるデータ

例えば、次のような英語における差が結合理論で説明される。

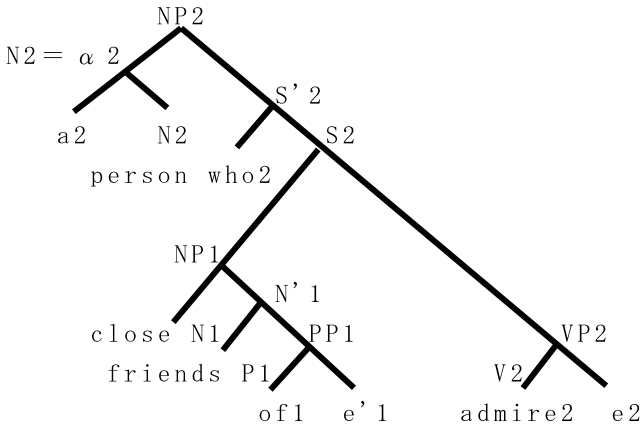
(10)a. ?a person₁ who₁ close friends of e' ₁ admire e₁

b. *a person₁ who₁ you admire e₁ because close friends of e' ₁ become famous

(cf. Kayne 1984 : 170)

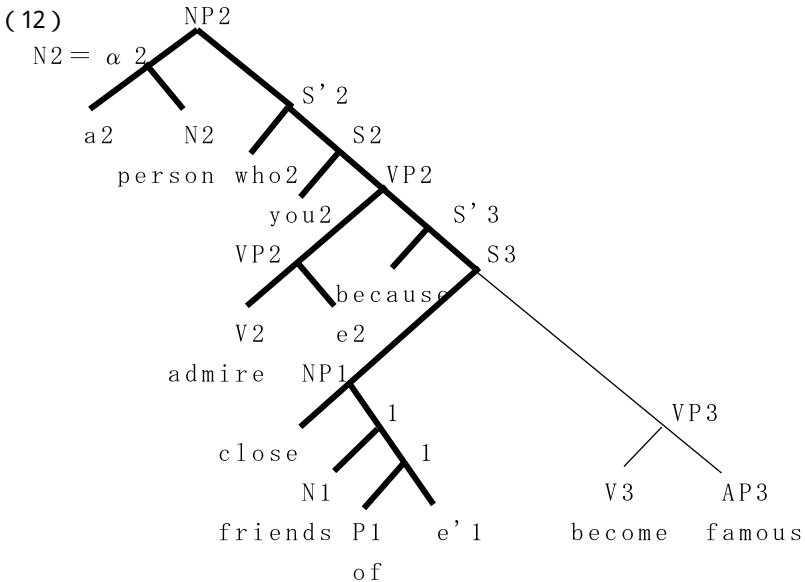
上の例は寄生空所 (parasitic gap: Engdahl 1983) を含む例である。例文中のe' が寄生空所である。演算子whoの痕跡e (通常空所, 寄生空所が寄生する宿主空所) も, 寄生空所e' も語彙範疇に語彙統率されている。従って, どちらの例も空範疇原理 (ECP: Empty Category Principle (Chomsky 1981)) は満たしている。しかし, どうして上のような差が出るのか。つまり, 寄生空所はECPの反例である。ECPの代案としてKayne (1984) は結合理論を提案した。寄生空所は, 通常の学習経験 (言語環境) によって獲得されない特殊性 ((10) のような発話に英語母語話者幼体が晒される確率は0に近く, かつ, (10b) が容認されないという否定証拠の情報が, 英語母語話者幼体に提供される確率は0である) と辺境 (周辺) 性 (英語母語話者幼体が母語獲得初期 (胎児期 ~ 3歳) に獲得する自然言語演算法則として基本的, コアな領域のものではない) を持つ。寄生空所の分布の制限に関する母語話者成体の計算処理能力は, 学習によるものではあり得ない。すなわち, 寄生空所の分布に関する法則とメカニズムは, ヒト脳の自然言語システムの生得的な法則とメカニズム (遺伝子型) を純粹なかたちで体现している可能性が高い。結合理論では (10a) のグラフを次のように仮定する。尚, Kayne (1984) ではSはVの投射であり, S' はSの投射として分析する¹¹⁾。数指標は各々のg投射の形成を示す。

(11)



前置詞of = 統率子 (governor) の補部の空範疇 e'1 が, 動詞admire = 統率子 (governor) の補部位置にある痕跡e2 に寄生する寄生空所となっている。寄生空所e'1 のg投射の集合の要素に指標1, 痕跡e2 のg投射の集合の要素に指標2を付与する。主語名詞句NP1内で, P1と寄生空所e'1は規範的統率関係にある。N1とP1の投射PP1は規範的統率関係にある。NP1はN1の投射である。従って, NP1以下の節点は全て寄生空所e'1のg投射集合の要素である。Kayne (1984)ではSはVの投射と仮定する。S2はV2の投射であって, N1の投射でない。しかも, NP1とV2は規範的統率関係にない。従って, NP1, 及び, それが支配する節点は, 宿主空所e2のg投射集合から排除される。つまり, 寄生空所e'1のg投射は [close friends of e'1]で一度途切れる。一方, V2とe2は規範的統率関係にある。S2はV2の投射である。S'2はS2の投射である。先行詞とS'2は規範的統率関係にある。Kayne (1984)では上の構造で, [a person]は複合主要部Nであり, この複合主要部Nの補部がS'2である。従って, e2, V2, VP2, S2, S'2, NP2, 2はg投射集合を形成する。上の構造で寄生空所e'1と宿主空所e2のg投射集合と先行詞の和集合は樹形図全体の部分木 (subtree)を漏れなく形成している。つまり, 全ての節点が, 寄生空所e'1か宿主空所e2かのどちらかのg投射集合

に含まれる。従って、上の構造は結合条件を満たす。これは、「寄生空所e'1と宿主空所e2という二つの出発点から同時に投射を上の方に辿るとき、紙から二本の鉛筆を離さず、かつ、投射の右枝を漏れなく辿って、到着点に到達した場合、全ての枝を辿るか（但し、最大投射の左枝のg投射（指定部）は全て自動的に上に辿れるとする）」という、一筆（二筆）書き問題を解いていることになる。ヒト脳の（10a）の容認可能性の反応は、ヒト脳が、この位相幾何学の問題に「到達可能」という解を出した結果である。つまり、Kayneの結合条件は、数学の初期トポロジー問題の一つである橋渡し問題と同種の問題である。もし、結合条件が存在するのであれば、ヒト脳の自然言語システムはトポロジー（位相幾何学）の問題を解いていることになる。上の構造（11）で極太線がg投射の要素を合わせた一筆（二筆）書きの軌跡である。全てのg投射の要素が樹形図全体の枝を網羅して、結合条件を満たしている。次に（10b）のグラフを示す。



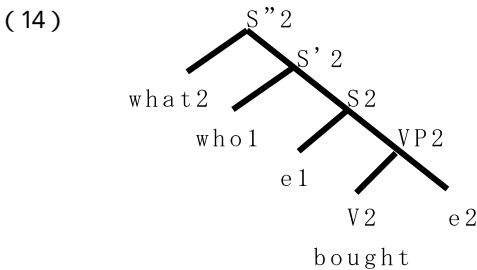
S3はN1の投射ではない。しかも、NP1とV3は規範的統率関係にない。従って、寄生空所e'1のg投射集合はNP1で途切れる。V2と宿主空所e2は規範的統率関係にある。S2はV2の投射であり、S'2はS2の投射である。2とS'2は規範的統率関係にある([a person]が複合主要部で、その補部がS'2である)。従って、e2, V2, VP2, S2, S'2, NP2は宿主空所e2のg投射集合を形成する。しかし、上の構造で寄生空所e'1のg投射集合にも宿主空所e2のg投射集合にも含まれない節点が存在する。つまり、V3, AP3, VP3である。すなわち、上の構造で、寄生空所e'1と宿主空所e2のg投射集合と先行詞の和集合は、上の樹形図全体の部分木(subtree)を網羅していない。従って、上の構造は結合条件に違反している。これもオイラーがその不可能性を証明した「七つの橋渡し問題」に類似している。つまり、(10b)の異常性は、ヒト脳の自然言語計算システムが、「二つの出発点である寄生空所e'1と宿主空所e2から同時に上の方に投射の枝を辿るとき、紙から二本の鉛筆を離さず、かつ、投射の右枝を漏れなく辿って、到着点に到達した場合、全ての枝が網羅的に辿れるか(但し、最大投射の左枝のg投射(指定部)は自動的に上に辿れるとする)」という初期位相幾何学的な問題を解き、それは不可能であるという解を出したのと同じ結果である。指定部(最大投射XP)は自動的に上に辿れるというのは次の理由による。g投射の定義の(8b')に、
 が を統率する場合、「 が を支配し、かつ、 が を支配しないのであれば、 は範疇 のg投射集合Gの要素である」というものがある。指定部は常に最大投射XPである。すると、例えば、指定部にある主語名詞句NPiはNを支配し、構造統率率Vを支配しない。よって、NPiはNのg投射集合に含まれる。この場合、NP_i・N[']・Nという非分岐節点を仮定している。(12)で細線で示した枝が寄生空所と宿主空所のg投射集合から漏れたものである。よって、結合条件に違反している。

4 英語の優位性効果

では、次の優位性効果は結合理論ではどのように説明されるのだろうか。尚、下の例は特別なストレスやポーズを置かない中立韻律で、特殊な文脈も前提としない解釈での容認性判断である。

- (13) a. Who bought what?
 b.*What did who buy?

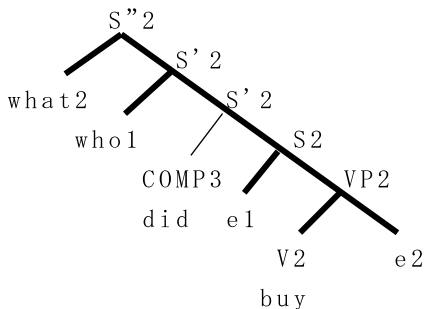
Kayne (1984) は上の容認性判断の差を扱っていないが、結合条件で説明可能である。(13a) のグラフを示す。尚、このグラフはLF構造である。



V2 と痕跡e2 は規範的統率関係にある。S2 はV2 の投射、S'2 はS2 の投射、S''2 はS'2 の投射である。主語疑問詞の痕跡e1 とV2 は規範的統率関係にない。しかも、S2 はe1 の投射でない。よって、e1 のg投射集合はe1 で途切れる。しかし、樹形図全体を見ると、全ての節点が、e2 のg投射集合か、または、e1 のg投射集合に含まれる。つまり、e1 とe2 のg投射集合と先行詞what2 とwho1 の和集合は、樹形図全体の部分木 (subtree) を網羅する。従って、上の構造は結合条件を満たす。位相幾何学的に表現すれば、「二つの出発点 e1 とe2 から同時に上に出発して、紙から二本の鉛筆を離さず、かつ、投射の右枝を網羅して、各々、先行詞who1 とwhat2 まで辿り着いた場合、全ての枝を辿れるか (但し、最大投射の左枝のg投射 (指定部) は自動的に枝が上に

辿れるとする)」という問題になる。例(13a)の容認可能性は、ヒト脳がこの位相幾何学的問題に対して「辿り着ける」という解を出した結果である。(13b)のLF構造を示す。

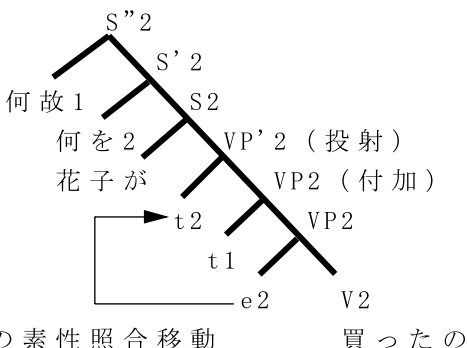
(15)



V2とe2は規範的統率関係にある。S2はV2の投射、S'2はS2の投射、S''2はS'2の投射である。KayneはINFLやCOMP等の機能範疇は構造統率子から排除する。規範的統率関係は語彙範疇主要部とその補部に適用される。従って、上の構造で、COMP(非最大投射)は機能範疇主要部なので、S2(非最大投射)と規範的統率関係を形成しない。しかも、S'2は、COMPの投射でなく、S2の投射である。COMPは主要部であり、最大投射ではなく、指定部ではない。従って、COMPの枝は自動的に上に辿れない。COMPのg投射集合はCOMPで位相幾何学的に途切れており上に辿れない。つまり、上の構造には、痕跡e1と痕跡e2のg投射集合と、先行詞who1とwhat2のg投射集合の和集合に含まれない要素、COMP3(did)が存在する。つまり、問題の和集合は樹形図全体の部分木(subtree)を網羅しない。従って、上の構造は結合条件に違反する。位相幾何学的に表現すれば、「二つの出発点e2とe1から同時に上に投射を辿り、紙から二本の鉛筆を離さないで、かつ、全ての右枝を網羅して、各々、到着点whoとwhatに到達した場合、全ての枝が辿られているか(但し、最大投射の左枝のg投射(指定部)は自動的に上に辿れるとする)」となる。ヒト脳其自然言語計算システムは、この位相幾何学の

のg投射集合に含まれる。t1とVP1はg投射集合から排除されるので、VP1以上の投射もg投射集合から排除される。尚、主語名詞句「花子が」、Sの指定部に移動した付加疑問詞句「何故」、項疑問詞句「何を」はg投射に含まれるので、左枝を辿れる。痕跡t1、t2のg投射集合と先行詞「何を2」と「何故1」のg投射集合の和集合は樹形図全体の部分木(subtree)を網羅しない。つまり、g投射が付加構造部分と付加詞部分で切断されている。従って、上の構造は結合条件に違反する。次に(16b)のLF構造を考える。eはSpell-Out以前の痕跡とする。

(18)



上の構造では目的語疑問詞「何を」は素性照合の為にSpell-Out以前に移動する。重要な仮定は、「何を」が[焦点]素性照合の為にSpell-Out(排出・PF・LF分岐・発音化)以前に上のVP2と併合する際、下のVP2からVP'2までg投射が一挙に辿れるというものである。Spell-Out後のLF移動ではこのような修復はできない。掻き混ぜ移動はSpell-Out以前の素性照合を駆動力とする。掻き混ぜは移動する理由がある。すると、下のVP2はVP'2に投射する。この投射によって、下のVP2からVP'2までのg投射が延長される。つまり、下のVP2に「何故」が付加しただけの場合、下のVP2と上のVP2は投射を含まないので、一旦はこの部分のg投射が途切れる。しかし、次に、「何を」が素性照合の為にSpell-Out以前に上のVP2と併合した段階で、この素性照合移

動はg投射の延長を含むので、下のVP 2 からVP '2 までが一挙に投射関係で結ばれることになる。つまり、Spell-Out以前の素性照合移動は常に指定部の併合を伴う投射を含むので、その移動元から移動先の範囲内の枝が再度投射し直すわけである。結果的に痕跡のg投射集合と先行詞のg投射集合の和集合は樹形図全体の部分木を網羅するので、結合条件を満たす。つまり、位相幾何学的に表現すると、目的語の素性照合移動の前では、付加構造部分でg投射が切断されているが、Spell-Out以前の目的語の素性照合移動によって、この切断部分がg投射となり、全ての投射が網羅的に迎えられるようになる。

(18) 'g投射修復

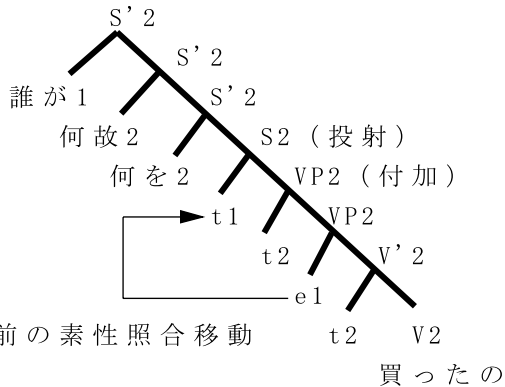
Spell-Out以前の移動範囲内のg投射切断は修復される。

g投射修復は派生が収束する為の最終手段と考えられる。掻き混ぜ移動によるg投射の延長効果を示す更なる証拠がある。

(19) 誰が何故何を買ったの？

上の例では<何故, 何を>の語順が主語疑問詞「誰が」が出現することによって容認されている。例(19)のLF構造を示す。ここではVP内主語仮説を採用する。

(20)

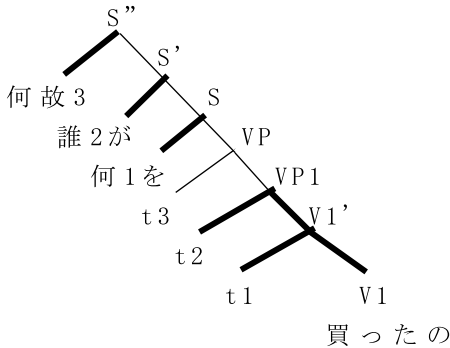


上の構造で重要な点は、主語疑問詞「誰が」がVP指定部 (e1) からS指定部 (t1) に [主格] 素性照合の為、Spell-Out以前に移動することである。この主語移動によって、一旦は上の付加VP2で切断されたg投射が修復され、更に上まで辿れるようになる。このg投射の延長によって、樹形図全体の部分木が網羅される。従って、結合条件が満たされる。もし、上の構造で、主語が移動しない場合、g投射が途切れたままとなり異常性を示すと予測される。この予測は当たっている。

(21) *何故誰が何を買ったの？

上の例では、主語「誰が」がVP内に留まったまま、例外的に素性照合され (ECM), VPに「何故」が付加している。つまり、(21)ではSpell-Out以前の素性照合の為の移動は起きていない。この場合、(17)と同様に、VPのg投射が付加詞「何故」に付加構造部分で切断される。この切断部分を修復するようなSpell-Out以前の移動もない。従って、結合条件を満たさず、異常性を示す。樹形図を示す。

(22)



上の構造ではSpell-Out以前の移動はない。全てSpell-Out以後の移動である。t3は付加詞である。V1はt3を統率しない。t3はt1のg投射集合から排除される。VP1からVPへの構造形成は投射ではない。この部分のg投射は切断されている。しかも、Spell-Out以前の移動による修復作業もない。樹形図全体の部分木が網羅されない。よって、上の構造は結合条件に違反する。

6 英語と日本語の島効果

次の英語と日本語の島効果の差を考える。

(23)a. *Who₁ did you talk to [a person that met e₁]?

b.**Why₁ did you talk to [a person that met Mary e₁]?

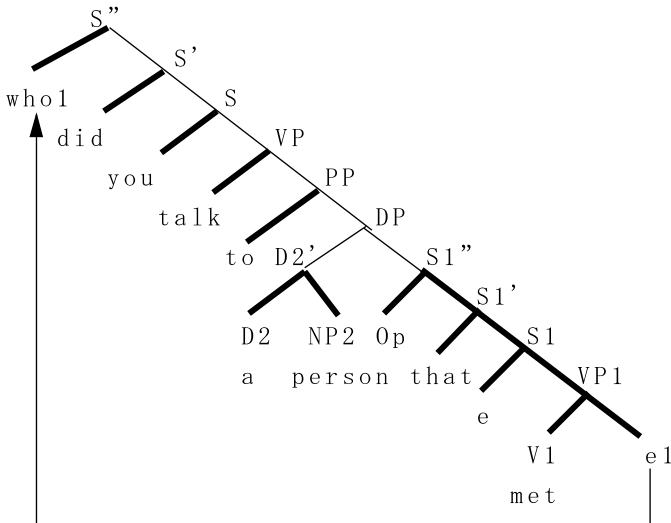
(24)a. 君は [誰に会った人] と話したの？

b.*君は [花子に何故会った人] と話したの？

例(23)では、島(複合名詞句)からの項の移動も付加詞(非項)の移動も異常性を示すが、付加詞(非項)の島からの移動の方が異常性が高い。例(24)では島からの項の取り出しは異常性を示さないが、島からの付加詞(非項)の移動は異常性を示す。まず、(23a)の構造を示す。複合名詞句の構造につ

いてはKayne (1984) を修正し, DPシステムを仮定する。

(25)



Spell-Out以前の素性照合移動

上の構造でDとNPは規範的統率の関係にある（主要部が補部に先行する）が，D2'と関係節S1'は規範的統率の関係がない（指定部が主要部に先行しない）。再度，Kayneの規範的統率の定義（9）を再録する。

(9) 規範的統率構造

WとZ（Zは最大投射で，WとZは範疇Yに直接支配される）は，次の条件を満たすとき，規範的統率構造である：

- (a) 当該言語の文法においてVが右側のNPを統率し，WがZに先行するか，または，
- (b) 当該言語の文法においてVが左側のNPを統率し，ZがWに先行する。

英語は上の (a) に相当する言語である。上の規範的統率構造は補部の規定であるが、指定部の規定がない。(9) を修正し、指定部の一次元情報も含める。

(26) 規範的統率構造 ((9) の修正)

WとZ (Zは最大投射で、WとZは範疇Yに直接支配される) は、次の条件を満たすとき、規範的統率構造である：

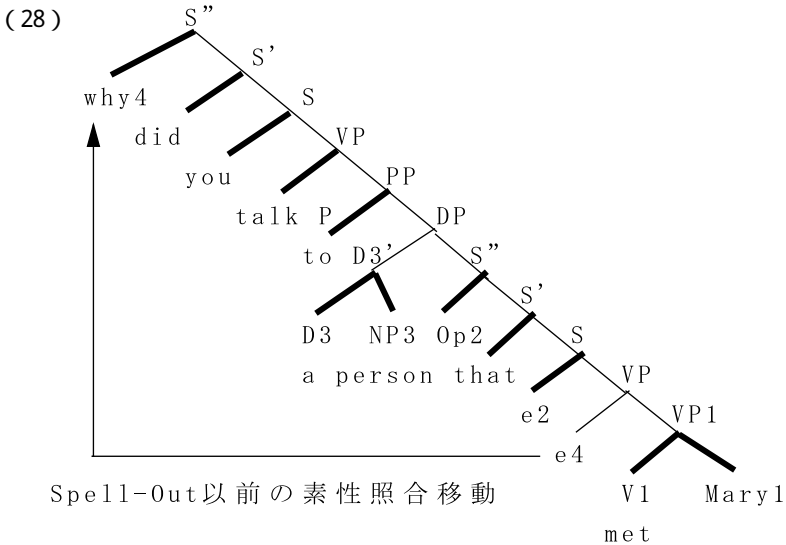
- (a) 当該言語の文法においてVが右側のNPを統率し、Wが補部Zに先行し、かつ、指定部ZがWに先行するか、または、
- (b) 当該言語の文法においてVが左側のNPを統率し、補部及び指定部ZがWに先行する。

つまり、英語型言語では指定部が主要部に先行し、主要部が補部に先行するとき、規範的統率関係にある。日本語型言語では指定部、補部ともに主要部に先行するとき、規範的統率関係にある¹²⁾。すると、上の構造(25)では、関係節(DP指定部)は主要部Dに先行しないので、規範的統率関係を形成しない。(25)でDPと関係節S1'は投射関係にない。しかも、規範的統率関係にもない。従って、g投射がこの間で切断される。しかし、ここで問題が起こる。上の構造でwhoの移動はSpell-Out以前に生じる。これまでの議論で仮定したことは、Spell-Out以前の移動はg投射切断の修復機能があるという点である。つまり、上の構造でもg投射切断部分の修復が行われると誤って予測する。どうして上の構造でwhoがSpell-Out以前に移動してもg投射切断部分の修復は行われないのか。ここでミニマリスト・プログラムで仮定されているフェーズの概念を援用する(Chomsky 2001)。上の構造でS'(CP)はフェーズである。修復はフェーズ内でのSpell-Out以前の移動によって行われる。g投射修復(18')を修正する。

(27) g投射修復(修正)

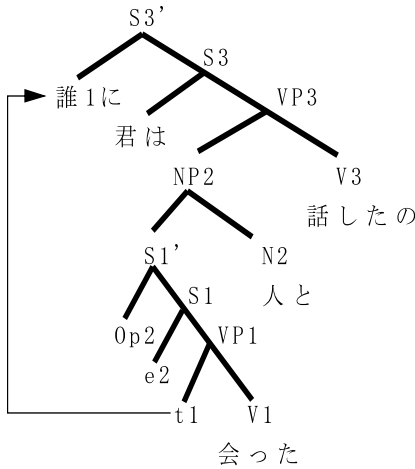
最少フェーズ内でSpell-Out以前の移動範囲内のg投射切断は修復される。

上の構造ではwhoの移動はSpell-Out以前に生じているが、最小フェーズを越えて起こっている。従って、g投射の修復が行われない。よって、この構造は結合条件に違反する。(23b)の構造を示す。



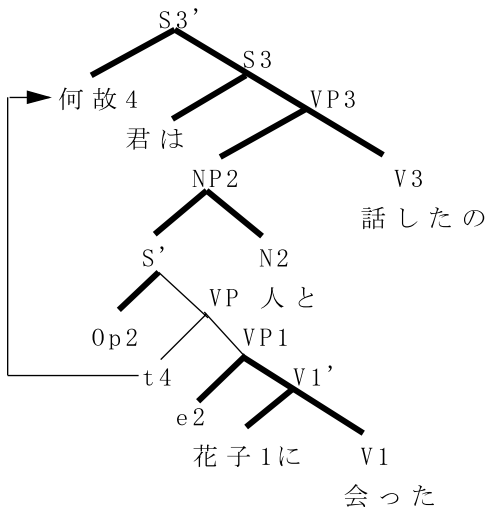
上の構造ではg投射の切断部分が増加している。屋台骨の左枝は最深部のVP1を除き、g投射から排除されている。付加詞whyの移動はSpell-Out以前に生じるが、最小フェーズを越えて移動が生じているのでg投射修復は起こらない。また、関係節S''は複合名詞句DPの指定部だが規範的統率関係にない。切断部分の増大が(23b)の異常性の増大をもたらしている。次に(24a)のLF構造を示す。

(29)



日本語型の規範的統率関係では指定部，補部共に主要部に先行する。上の例で複合名詞句の主要部N2の補部である関係節S1'はN2に先行するので規範的統率関係を形成する。主節動詞V3と複合名詞句NP2も規範的統率関係にあるのでt1から先行詞「誰1に」までg投射で迎れる。よって結合条件を満たす。(24b)のLF構造を示す。

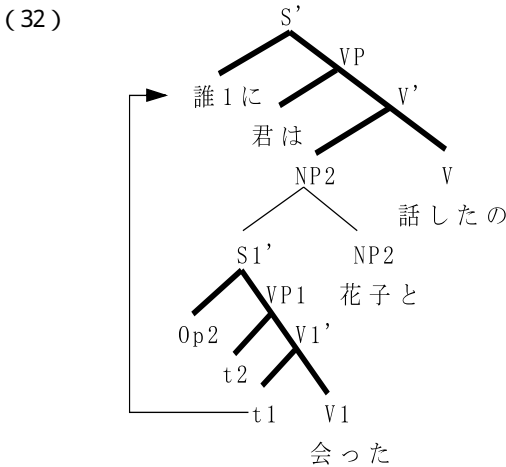
(30)



上の構造で関係節内のVP 1 とVPの付加部分のg投射が切断されている。Spell-Out以前の移動は無いので、この切断部分を修復する手段がない。樹形図全体の部分木が網羅されない。よって、この構造は結合条件に違反する。ここで関係節（制限的用法）の構造の妥当性を示す証拠がある。非制限的用法の同格節を含む複合名詞句の場合、従属節は名詞句に付加する。以下の例はこのことを示す¹³⁾。

- (31)a. *君は [誰に会った花子] と話したの？
 b.**君は [何故次郎に会った花子] と話したの？

例 (31a) のLF構造を示す。



非制限的用法の同格節は名詞句に付加している。この部分のg投射が切断されたまま修復されない。樹形図全体の部分木が網羅されない。よって、上の構造は結合条件に違反する。(31b) は (31a) より異常性が高いが、これは従属節付加部分のg投射切断に加えて、従属節内の付加疑問詞「何故」の付加部分

のg投射が切断され、修復不可能な切断部分が増大しているからである。以上の分析の妥当性を示す更なる証拠がある。(16)で日本語の優位性効果とその修復例を主節レベルで観察した。同じ優位性効果とその修復が従属節でも同じように起こる。

(33)a.*君は何故誰に会った人と話したの？

b. 君は誰に何故会った人と話したの？

上の例は制限用法の関係節なので複合名詞句の関係節と名詞句の接合部分にg投射の切断はない。しかし,(33a)では付加疑問詞の付加部分に修復不可能なg投射の切断があり、これが結合条件に違反する。一方,(33b)では項疑問詞句「誰に」がSpell-Out以前に[焦点]素性照合の移動を起こし(素性照合としての掻き混ぜ),VP指定部に併合される。このSpell-Out以前の素性照合移動により(最小フェーズ内移動),付加部分のg投射切断部分が修復される。これは主節レベルで起こる現象と同じである。更に、主節レベルにおける、主語疑問詞の位置の違いによる優位性効果とその修復を,(19)と(21)の例で観察した。同じ現象が関係節内でも保存される。

(34)a. 君は[誰が何故誰にあげた物]を欲しがってるの？

b.*君は[何故誰が誰にあげた物]を欲しがってるの？

例(34a)ではVP指定部に併合された主語疑問詞が,VPに付加した付加疑問詞を越えて,Sの指定部にSpell-Out以前に素性照合移動することにより(最小フェーズ内移動),g投射切断部分の修復が行われる。(34b)ではSpell-Out以後の疑問詞移動には修復機能はないことを示している。このような主節で観察された現象が,そのまま従属節内でも保存されている。

7 まとめ

疑問文は、演算子と変項束縛を含む数式（人工言語）に対応する自然言語の一次元情報構造の典型例として、生成文法モデル構築の初期段階から盛んに研究されてきた¹⁴⁾。Ross (1967) の島効果 (island effect) の研究はシンタクス研究の典型例とされている。つまり、自然言語構造には疑問詞（演算子）がそこから移動、脱出できないような構造的牢獄 (island: 島) が存在する。島効果は英語の Spell-Out 以前の発音される疑問詞移動で研究が開始されたが、Huang (1982) は、中国語で Spell-Out 以降の (PF に影響を与えない、発音されない、LF (logical form) の) 疑問詞移動を発見した。これは島効果の普遍性を示すものであった。しかし、Spell-Out 以降の疑問詞移動の場合、付加疑問詞は島効果を示すが、項疑問詞は島効果を示さない。どうして、Spell-Out 以降の項疑問詞移動の場合、島の条件に免疫を持つ（島の条件が無効となる）のか。島効果は普遍的な現象ではないのか。どうして島の条件（下接条件）は Spell-Out 以降では無効なのか¹⁵⁾。これが問題点として残った。これに対して、Spell-Out 以降の項疑問詞移動も島の制限を遵守していると主張したのが、Nishigauchi (1986) の随伴 (pied-piping) 分析である。Nishigauchi は、日本語、中国語、朝鮮語等では疑問詞は島の内部で疑問詞移動を起こしており、疑問素性を帯びた島全体が、疑問詞を中に閉じこめたまま、主節 CP 指定部に移動するという分析を提案した。疑問詞は島の内部に閉じこめられたまま、島全体が移動するので、島効果は回避されるわけである。では、どうして、英語でも日本語と同じように、*did John talk to [a person that met who]* が構築された段階で、最終手段として、LF まで疑問詞移動を先延ばしして (Procrastinate。LF 移動の方がコストが低いので経済性原理を満たす)、LF で複合名詞句全体を主節 CP 指定部に移動する（発音には影響を与えない）という派生ができないのか (**Did John talk to a person that met who?*)。どうして、付加疑問詞だけが Spell-Out 以降でも島効果を示すのか。英語も日本語も自然言語で、同じ自然言語として疑問文の意味は同じはず (What did you buy? と「君は何を買ったの?」の意味は同じ) なのに、疑問文の LF 構造が英語と

日本語で異なるのは、おかしいのではないか。これらの問題が残った。その後、Watanabe (1992) により、日本語でも英語と同じように、Spell-Out 以前の疑問詞移動 (null operator 移動) が発見された。つまり、英語と日本語の疑問詞移動は同じということになったのである。しかし、日本語でも英語と同じように Spell-Out 以前に疑問演算子の移動があるのなら、どうして、項疑問詞移動の場合、島効果を示さないのか。音韻素性を持つ英語の疑問詞移動は島効果を示すが、音韻素性を持たない日本語の疑問演算子 (null operator) の移動は島効果に免疫を持つのか。音韻素性の有無が島効果に対する免疫性の違いをもたらすのであれば、日本語でも付加疑問詞の場合、音韻素性のない疑問演算子移動では島効果が観察されるのはどうしてか。問題は残る。最近の研究では、島というのは、主節構造構築空間とは別の構造構築空間で独立に構築され (多重構造構築空間仮説, 異構造構築空間間の並行移動 (sideward movement) 仮説 (Nunes 2004)), 既に PF に主節構造とは独立に Spell-Out (転送) された構造であり (多重 Spell-Out 仮説 Uriagereka 1999), 一度、Spell-Out により PF への送信が完了された構造に、再度、手を入れ、統語操作を行うことはできない、従って、Spell-Out された島の中の疑問詞を移動することはできない、という分析が提案されている (Lasnik and Uriagereka 2005)。しかし、これも日本語、中国語、朝鮮語等の言語では、PF 送信済みの島から疑問詞移動が可能なのはどうしてかという疑問が残る。コピー理論を仮定すれば、英語と日本語の違いは、英語では移動した疑問詞のコピーが発音されるが、日本語では、移動せずに元の位置に留まる疑問詞のオリジナル (原型) が発音されるという点である。島からの疑問詞移動を再考する。既に PF 送信済みで統語操作には不可視となっている構造を島と呼ぶ。英語では島からの疑問詞移動は禁止される。島の構造構築空間で、島が構築されると同時に、疑問詞が複製され、疑問詞のコピーが形成される。英語の場合、コピーは発音オンにパラメータ設定されているので、島と疑問詞コピー両方が PF に送信される。その後、英語では、島だけが主節構造構築空間に並行移動 (sideward movement (Nunes 2004)) する。主節構造構築空間

間で、もし、強引に島の中から疑問詞の原型を取り出そうとすると、原型位置に何も残らない。これでは演算子 変項関係が成立しない。従って、派生は崩壊する。一方、日本語の場合、Lasnik and Uriagerekaの分析を推し進めると次のようになる。島構築空間で島と同時に島内の疑問詞に複製が行われる。日本語の場合、疑問詞のコピーは発音オフとパラメータ設定済みである。島の音韻素性がPFに送信される。疑問詞のコピーは発音オフ（音韻素性ゼロ）なのでPFに送信する必要がない（だから、送信されない）。音韻素性が送信済みの島と発音オフのコピーが主節構造構築空間に並行移動する。疑問詞コピーは主節CP指定部に併合される。島はあくまで統語操作には不可視である。しかし、LFの演算子 変項解釈計算には、疑問詞のコピー（演算子）による島内の疑問詞の原型（変項）の束縛は可視的である。ここでは島内からの疑問詞の原型の取り出しはない。従って、日本語の場合、島からの疑問詞の取り出しなしで、演算子による変項束縛が可能となる。しかし、この場合、束縛を統語操作としないという仮定が必要である。確かに束縛はc統御という統語操作に加えて、同一指標化（identification）という意味計算を含むので純粋な統語操作ではない。しかし、c統御が統語演算である以上、どうして、統語操作であるc統御に島が見えるのかという問題が残る。島の問題は依然として錯綜している。

本稿で再評価を試みたKayne（1984）の結合条件（Connectedness Condition）は、島の問題を、初期位相幾何学的な一筆書き問題に関する最適化問題（読み取り問題）として捉え直したものである。容認可能な文は、外部システムが言語システムに課す読み取り問題（位相幾何学的問題）としての最適化問題を、言語システムが最適なかたちで解いた結果としての最適解である。要は説明力の問題であるが、結合条件が広汎なデータに整合性のある説明をつけられるのであれば、現在は破棄されたものとしてモデル構築が進行しているが、結合条件で仮定されている統率や一次元情報（規範的統率）の概念は保留すべき理由が依然として存在することになる。

註

- 1) マイクロソフト・エンカルタ2004。Richard S. Kayneは学部は数学専攻（コロンビア大学）で、大学院（MIT）で言語学に専攻を変えている。自然言語をヒト脳の計算システムとして説明しようとする生物言語学的アプローチの一つの可能性である生成文法理論の研究を牽引してきた一人であるHoward Lasnikも学部は数学と英語の専攻（カーネギー工科大）で、その後、ハーバード大学で英語を専攻、MITで言語学で博士号を取得している。
- 2) マイクロソフト・エンカルタ2004。Kuroda Shigeyuki (Kuroda, S. .Y., 黒田成幸) は学部で数学を専攻した後（東京大学理学部数学科）、同大言語学科に再入学、MITで言語学博士号を取得。現在、カルフォルニア大学サンディエゴ校名誉教授、国際高等研究所フェロー。
- 3) より複雑、特殊、周辺のデータ破壊実験を施した自然言語例に対するヒト脳の再現可能性については、プロの言語学者達の特殊な訓練の積み重ねと理論の熟知が必要となる。これは物理学や化学の実験を素人にそのままやらせてもうまくいかないのと同じである（中井・上田 2004 : 37 : n. 19）。上のような複雑、特殊、周辺の言語データで被験者を使用した場合、被験者（言語学者も含めて）に、いわゆる、被験者鈍化（informant fatigue）という、計算崩壊を認識しにくくなるという、異常性順化現象があることも知られている。
- 4) マイクロソフト・エンカルタ2004。虚時間は実時間の反対。虚時間では力の向きとは反対方向に力が加速する。例えば、実時空間（時間と空間の区別が可能）では質量の大きい部分の空間が凹む（マットに砲丸を置けばマット（空間）が凹むのと同じ）のでその凹みの中心に向かってビー玉は坂道を下に向かって転がり落ちる。これが重力である。しかし、虚時空間（時間と空間の区別が不可能）では、重力に逆らって、ビー玉は坂道を上に転がり上がる（竹内2001 : 120.121）。1983年にS. ホーキングとJ. ハートルは宇宙の発生直後の10の44乗の1秒というミクロの時間の間は虚数時間が流れ、その後、実数時間が流れ始めたとするモデルを提案した。このモデルによると、宇宙の始まりの特異点（物理学的法則が全て破綻する状況）を仮定する必要がなくなる。
- 5) マイクロソフト・エンカルタ2004。
- 6) Kayne (1984 : 171, 175) の原文（範疇 \mathcal{G} のg-projection set G の定義・結合条件（ECPの代案））を示す。

(i)g-projection set G of a category \mathcal{C} , where γ governs π :

a. $\pi, \pi \circ a$ g-projection of γ π G

- b. G
 and
 b'. dominates and does not dominates G .

(ii) Let $\{C_1, \dots, C_j, \dots, C_{j+1}, \dots, C_n\}$ be a maximal set of empty categories in a tree T such that C_1, \dots, C_j, C_{j+1} is locally bound by C_j .
 Then $\{C_j\} \cup \{C_{j+1}, \dots, C_n\}$ must constitute a subtree of T .

7) 初期トポロジーの問題に「ケーニヒスベルクの橋渡しの問題」(オイラーの通り道: Euler's Path)がある。東プロイセンの首都ケーニヒスベルクの町には七つの橋が架かっていた。ある市民が「同じ橋を二回渡らずに全ての橋を渡れるか」という難問を出したが、誰も答えられなかった。この難問を位相幾何学的な一筆書き問題として、その不可能性を証明したのが、スイスの数学者オイラー (L. Euler, 1707-1783) である。

8) Hornstein et al. (2005) におけるc統御の定義を示す。

- (i) c -commands iff
 (a) is a sister of or
 (b) is a sister of and dominates .

支配 (domination) と包含 (containment) の定義を示す。

- (ii) Domination
 A category dominates iff every segment of dominates .
 (iii) Containment
 A category contains iff some segment of dominates .

9) Kayne (1984 : 167) における原文 (g.projection) を示す。

- (i) Definition : Y is a g.projection of X iff
 a. Y is a projection of X (in the usual sense of X' -theory) or of a g.projection of X , or
 b. X is a structural governor, and
 Y immediately dominates W and Z , where Z is a maximal projection of a g.projection of X , and W and Z are in a canonical government configu-

ration.

Kayne (1984 : 168) における canonical government configuration の定義を示す。

- (i) W and Z (Z a maximal projection, and W and Z immediately dominated by some Y) are in a canonical government configuration iff
- a. V governs NP to its right in the grammar of the language in question and W precedes Z, or
 - b. V governs NP to its left in the grammar of the language in question and Z precedes W.

- 10) ここでは、「結合」という用語は connectedness に対応するので、Merge を「結合」とせず、「併合」とする。
- 11) 現在、修正されたモデルでは、S は TP、S' は CP となる。また、TP は T の投射であり、V の投射ではない。このような文構造における修正は、Kayne (1984) の重要な先見性を損なうものではない。
- 12) この規範的統率の構造関係の修正は、Kayne (1994) における、自然言語は普遍的に $\langle S, V, O \rangle$ 、つまり、 \langle 指定部, 主要部, 補部 \rangle の語順 = 構造となっているという主張を部分的に取り入れたものである。自然言語では指定部は普遍的に主要部と補部を非対称的に c 統御する。すなわち、指定部は、主要部と補部に先行するということになる。
- 13) 複合名詞句の制限的用法と非制限的用法の構造的相違に関しては、町田奈々子 (南山大学) の教示による。
- 14) $x + 1 = 2$ の場合、 $+(x, 1) = 2$ で、+ が加法の演算子、x が演算子が束縛する変項である。この場合、 $x = 1$ という解が得られる。自然言語の場合、What did Mary buy? の場合の論理式は、what is x, a thing, such that Mary bought x? となる。what (bought (Mary, x)) となり、what が + に相当する疑問の演算子、x が what に束縛される束縛変項である。この場合、x の解は、例えば、 $x = \text{the book}$ となる。数式の場合、x という束縛されない自由変項が可能だが、自然言語の場合、自由変項は許されない。*Did Mary buy? が文脈無しの理想化状況で容認されないのは、論理式が、Is it true that Mary bought x, a thing? となり、自由変項 x が含まれてしまうからである。Ross (1967) は自然言語の変項に対する境界条件を設定する試みであった。
- 15) 下接条件 (Subjacency Condition) は GB モデルで仮定されていた (Chomsky 1973)。移動は 2 個以上の境界節点を一度に越えてはいけないという移動に関する制

限である。境界節点がNPとIPの英語型言語と、境界節点がNPとCPのイタリア語型言語があると提案された (Rizzi 1990)。

参考文献

- Chomsky, N. (1973) Conditions on transformations. In Anderson, S. R. and P. Kiparsky (eds.) *A festschrift for Morris Halle*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Chomsky, N. (1981) *Lectures on government and binding*. Foris, Dordrecht.
- Chomsky, N. (1994) Bare phrase structure. *MIT Occasional Papers in Linguistics* 5. Cambridge, MA: MITWPL. [Reprinted in G. Webelhuth(ed.) (1995) *Government and binding theory and the minimalist program*. Cambridge, MA: MIT Press, pp. 383-439.]
- Chomsky, N. (1995) *Linguistics and Philosophy*.
A lecture given at the University of NH at Durham.
- Chomsky, N. (2000) *New horizons in the study of language and mind*.
Cambridge University Press.
- Chomsky, N. (2001) Derivation by phase. In M. Kenstowicz(ed.) *Ken Hale*.
Cambridge, MA: MIT Press, pp. 1-52
- Engdahl, E. (1983) Parasitic gaps. *Linguistics and Philosophy* 6, 5-34.
- 原口庄輔・中村捷 (1992) 『チョムスキー理論辞典』 研究社
- 畠山雄二 (2004) 『情報科学のための理論言語学入門』 丸善株式会社
- Hornstein, N., J. Nunes, K. K. Grohmann (Hornstein et al.) (2005) *Understanding minimalism*. Cambridge University Press.
- 堀田凱樹・酒井邦嘉 (2007) 『遺伝子・脳・言語 サイエンス・カフェの愉しみ』 中公新書
- Huang, J. C. .T. (1982) Logical relations in Chinese and the theory of grammar.
PhD dissertation, MIT.
- Kayne, R. (1984) *Connectedness and binary branching*. Dordrecht, Foris.
- Kayne, R. (1994) *The antisymmetry of syntax*. Cambridge, Mass: MIT Press.
- Kuroda, S. .Y. (1976) A topological study of phrase-structure languages.
Information and Control 30, 307-379
- Lasnik, H. and J. Uriagereka (2005) *A course in minimalist syntax*. Blackwell.
- Lightfoot, D. W. (1982) *The language lottery*. Cambridge, Mass: MIT Press.
- 中井悟・上田雅信 (2004) 『生成文法を学ぶ人のために』 京都：世界思想社

- 中村捷・金子義明・菊池朗(中村 et al.)(2001)『生成文法の新展開』研究社
- Nishigauchi, T. (1986) Quantification in syntax. PhD dissertation, University of Massachusetts, Amherst.
- Nunes, J. (2004) *Lineaization of chains and sideward movement*. Cambridge, Mass: MIT Press.
- Pesetsky, D. (2004) A classhandout for Syntax class, MIT.
- Rizzi, L. (1990) *Relativized minimality*. Cambridge, Mass: MIT Press.
- Ross, J. R. (1967) Constraints on variables in syntax. PhD dissertation, MIT.
[Published as *Infinite syntax!*, Ablex. 1986]
- 竹内均(編)(2001)『時間の謎』Newton Press
- Uriagereka, J. (1999) Multiple spell out. In Epstein, S. D. and N. Hornstein (eds.) *Working Minimalism*. Cambridge, Mass: MIT Press.
- 養老孟司(1994)『脳と心・果てしなき脳宇宙・無意識と創造性』NHK出版