

<b>Title</b>	言語習得過程におけるインプットとアウトプットの再考：脳科学研究から得られる知見に基づく一考察
<b>Author</b>	井狩, 幸男
<b>Citation</b>	英語教育開発センター紀要. 3 巻, p.1-14.
<b>Issue Date</b>	2021-03-31
<b>ISSN</b>	2434-7728
<b>Type</b>	Departmental Bulletin Paper
<b>Textversion</b>	Publisher
<b>Publisher</b>	大阪市立大学英語教育開発センター
<b>Description</b>	井狩幸男教授退任記念

Placed on: Osaka City University

# 言語習得過程におけるインプットとアウトプットの再考 —— 脳科学研究から得られる知見に基づく一考察 ——

井狩 幸男

言語習得過程におけるインプットとアウトプットの関係は、これまで応用言語学の分野で扱われ、インプットからアウトプットへという線形的な流れとして捉えられてきた。他方、脳科学研究から様々な知見が得られるにつれて、言語処理は必ずしもインプットから始まる訳でなく、その前に予測が作動し、この予測にはアウトプットの要素が含まれていることが分かって来た。つまり、インプットとアウトプットは、脳内においてダイナミックに関わり、時にアウトプットからインプットへという流れが生じていることになる。これまでの応用言語学にはなかったこの新たな視点は、言語習得の定着を図る上で有用なヒントを提供してくれる可能性がある。

## 序

これまで、応用言語学における言語習得や言語教授法に関する分野では、インプットとアウトプットの関係に関して、言語習得過程で観察される現象を踏まえて、言語処理は、インプットからアウトプットへ移行するという見解が定着している。

本論文では、脳科学研究から得られた自由意志 (free will) に関する知見を踏まえて、意識する前に作動していると考えられる脳内情報処理に焦点を当て、無意識的処理過程で起こる現象を考察し、これまでインプットからアウトプットに進むと考えられてきた言語処理の実体を検討し、インプットとアウトプットの関係性を再考する。

## 1. 無意識的処理過程

### 1.1. 無意識的処理と予測

井狩 (2020) は、最近の脳科学研究の知見を踏まえ、気づきが起こるまでの過程を次のように捉えている。特定の場面や状況に置かれると、脳が自然に活性化し予測が働き、注意が作動し始める。注意が喚起されると、関連の神経回路が活性化し、気づきにつながる。この流れに沿って、脳内の関係部位を考慮し、応用言語学研究と脳科学研究から得られた知見を基に気づきに至る過程を図式化すると、次のようになる。図 1 において、処理過程が予測から始まることに意味がある。

予測	→	注意	→	意識	→	気づき	関係部位
意識		意識化		あり		意識	左脳
無意識		自動化		なし		無意識	右脳、左脳 小脳

図 1 予測から気づきにつながる処理過程

図 1 において、上段は気づきが起こる流れを表し、それに対応する形で、中段は応用言語学研究における気づきの過程を示し、下段は脳科学研究における気づきの過程を示している。この中段と下段の気づきの過程で関わっている脳内神経活動は、いずれか一方が正しいのではなく、いずれも正しい。まず、脳内では下段の処理が実行され、約 0.5 秒遅れて、中段の処理に移行すると推察される。この分析は、意識が作動するまで 0.5 秒かかるという脳科学研究の知見、並びに、脳科学の実験結果 (リベット, 2005, pp. 151-163) に基づいている。つまり、無意識に予測が作動することで処理が始まり、最終的に意識化されることで処理が完了する。

この無意識的処理過程に関して、自由意志に関する問題との関係性が認められる。次節では、脳科学研究から見た自由意志について考察する。

## 1. 2. 無意識的決定と自由意志

まず、自由意志とは何かを知るために、Blackmore (2006) の free will に関する記述を概観する。

Said to be the most disputed philosophical issue of all time, free will is the idea that we can act or make choices unconstrained by external circumstances or by an agency such as fate or divine will. Free will is often compared with determinism, in which all events in the world are said to be determined by prior events; a view generally accepted as true among scientists. Incompatibilists claim that free will and determinism cannot be reconciled and therefore if we believe determinism to be true we cannot believe in free will. Compatibilists argue, in various ways, that we can make complex choices that count as having free will even if determinism is true.

Many of my conversationalists expressed versions of compatibilism, including Block, Dennett and Searle; others accepted determinism and claimed that they lived 'as if' they had free will. Some mentioned the experiments by Libet which seem to show that conscious decisions to act come too late to be the cause of apparently free actions.

(Blackmore, 2006, pp.262-263)

上述の通り、自由意志とは、自分の行いを決定する際に現れる意識のことである。自由意志は決定論と密接に関係し、これまで哲学や宗教の分野で活発に議論されて来た。最近、脳科学の観点からも議論されるようになり、レベットの実験を通して、自らの意志決定は遅れて生じるという考えが知られるようになっている。この実験で示された、自由意志の出現前に脳内で既に何かが起こっていることを理解する上で参考になる具体例を、Harris (2012) に見てみる。

I generally start each day with a cup of coffee or tea – sometimes two. This morning, it was coffee (two). Why not tea? I am in no position to know. I wanted coffee more than I wanted tea today, and I was free to have what I wanted. Did I consciously choose coffee over tea? No. The choice was made for me by events in my brain that I, as the conscious witness of my thoughts and actions, could not inspect or influence. Could I have "changed my mind" and switched to tea before the coffee drinker in me could get his bearings? Yes, but this impulse would also have been the product of unconscious causes. Why didn't it arise this morning? Why might it arise in the future? I cannot know. The intention to do one thing and not another does not originate in consciousness – rather, it appears in consciousness, as does any thought or impulse that might oppose it.

(Harris, 2012, pp.7-8)

日頃私たちは、朝食の際にコーヒーと紅茶のどちらにするのかを自分の意志で決めていると思っているが、上の記述から、コーヒーか紅茶かを決めるのは自分の意志ではなく、それ以前に、無意識に脳によって決定されていることが示唆される。

以上の自由意志に関する考察を言語活動に当てはめると、私たちが意識して行っている言語活動に関係する処理が、その前に無意識に起こっている可能性が考えられる。このことは、第1章の図1の考察からも推察できる。

次節では、無意識的処理過程で重要な役割を果たすと考えられる予測を取り上げる。

### 1.3. 予測

前節において free will との関連で検討した無意識的処理が脳内神経回路網で実行されるためには、脳内で予測機能が働いていることが前提となる。これに関連して、セス (2019) は、予測的知覚について、次のように述べている。

予測的知覚の中心的な考え方は、脳は感覚入力の原因に関して絶えず最良の推測とその更新を繰り返していることによって、世界に (そして自分の体の中に) 何があるのかを知ろうと試みているというものだ。脳は世界に関する事前の期待や「確信」と、入ってきた感覚情報とを、感覚信号がどれくらい信頼できるかを考慮に入れながら、すり合わせることによって、こうした最良の推測を形成する。

(セス, 2019, p.43)

また、この見解を、従来の古典的モデルと比較し、以下のように図示している。

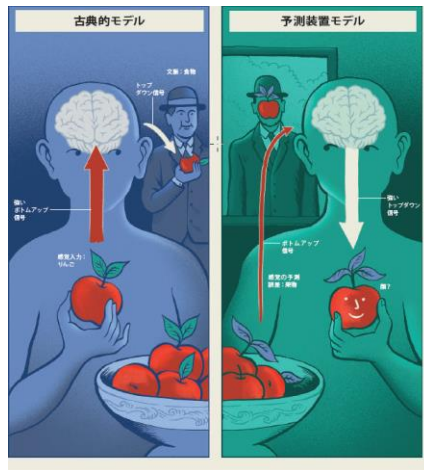


図2 知覚処理の違いを示すモデル

図2 に関して、左の古典的な考え方では、感覚信号は五感の受容器から脳へとボトムアップで処理され、脳内のトップダウン信号は、単に知覚されたことをうまく処理することになる。他方、右の知覚を予測装置とみる考え方によると、知覚は、経験を踏まえて脳が行ったトップダウン予測に基づき、入力情報を処理すると捉える。

この見解を言語活動に適用すると、前者では、言語処理はインプットからアウトプットへ進むと考えるのに対し、後者は、インプットの前に、それまでの経験を基に蓄えられた意味と形式に関する言語情報を予め活性化し、予測しながら処理することになる。

この予測に関して、レベット (2015) は、自らの実験に基づいて次の考察を行っている。

…… いかなる種類のアウェアネスも現れないうちに、すべての意識を伴う精神事象が実際には無意識に始まっているのです。体性感覚のアウェアネスの場合でも、また、内面で生じる自発的な行為を促す意図のアウェアネスにおいても、こうした状況が発生するという点について、私たちにはすでに実験的な証拠があります。すなわち、このようなアウェアネスをいくらかでも引き出すには、持続時間が十分に長い脳の活動が必要であるということです。つまり、無意識な、短い時間継続する脳の活動は、遅延する意識事象に先行するという点を意味しています。

(レベット, 2015, p.124 一部改編)

このことから、予測が、意識が作動する前に起こる無意識的脳内活動であることが支持される。

以上の考察を踏まえ、次章では、言語処理モデルとして知られているワーキングメモリの観点から、インプットとアウトプットの関係について考察する。

## 2. 言語処理モデル

### 2.1. 従来の言語処理モデル

ワーキングメモリという概念が最初に使用されたのは、Miller, Galanter, and Pribram (1960) の *Plans and the Structure of Behavior* と言われているが、現在に至るワーキングメモリの研究は、Baddeley and Hitch (1974) においてワーキングメモリモデルが示されてからである。その後、多くの研究者によって、様々な観点からワーキングメモリについて検討がなされている。Baddeley (2000) は、長期記憶を考慮し、エピソード・バッファを追加した新たなモデルを構築している。

図 3 において、中央最上部の「中央実行系」は、言語情報のインプットとアウトプットに関係している。「エピソード・バッファ」と「エピソード長期記憶」は、言語の意味に関係する。「音韻ループ」と「言語」は、言語の形式に当たる音声情報に、「視空間的スケッチパッド」と「視覚的知識」は、文字情報に関係する。具体的には、聞く・話すは、「エピソード・バッファ」と「音韻ループ」、読む・書くは、「エピソード・バッファ」と「視空間スケッチパッド」の間のやり取りと中央実行系の協働作業で成立する。このモデルにより、言語習得過程で観察される言語処理をかなり説明できる。しかしながら、本論で検討している予測については、考慮されていない。

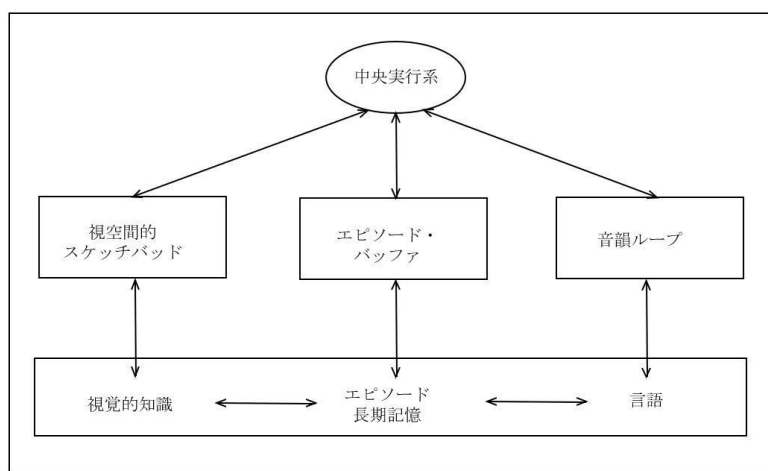


図 3 ワーキングメモリモデル 2000 (Baddeley, 2000)

他方、Baddeley (2019) は、新たなワーキングメモリモデルを提案している。このモデルについて、バドリーは次のように述べている。

We now see the phonological loop and visuospatial sketch pad as systems that bring together separate streams of verbal-acoustic information on the one hand and visuospatial and tactile on the other, allowing the streams of information within each of the two subsystems to be integrated and then combined in more complex multidimensional chunks

before being fed into the buffer. You will note that the phonological store accepts information in a number of forms, including not only acoustic but also secondary linguistic information from lip-reading and sign language, an assumption for which there is now considerable evidence. The visuospatial system also combines information from a range of sources that extend beyond the directly visual and spatial to information from joint and muscle receptors and from touch, which itself combines information from a number of separate tactile receptors, some detecting pressure, others vibration, others temperature while yet others are pain receptors.

(Baddeley, 2019, pp.329-330)

このモデルは、言語処理過程を中央実行系とエピソード・バッファの相互関係として捉えている点で、2000年のモデルと異なる。「Smell?」のように、疑問符で示され検討中の箇所もあるが、言語処理を脳内の独立システムとしてエピソード・バッファに集約した点は評価される。このことにより、中央実行系の果たす役割が、単なる言語処理中枢でなく、予測を担う部位としての位置づけも可能になった。具体的には、次の図4が新たに改良されたモデルである。

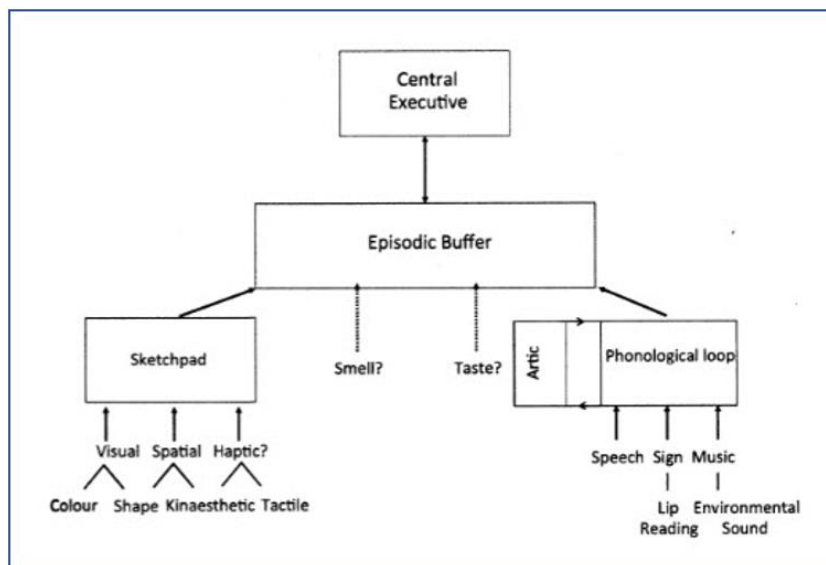


図4 ワーキングメモリモデル 2019 (Baddeley, 2019)

すなわち、ワーキングメモリモデル 2000 では、入力情報と出力情報の処理過程を明示的に示すことができる一方で、ワーキングメモリモデル 2019 では、入力情報や出力情報に関する処理が実行される前に、既に脳において既存情報を活性化させ、予測を始めていることが説明できる。但し、この予測の部分を明示的に示すことができていない点で、当該モデルに改良の余地がある。





### 3. 無意識的処理と脳の関係

#### 3.1. 大脳

一般に、言語中枢は左脳にある。この言語中枢の中心となるのが、前頭葉後部にある「ブローカ野」、及び側頭葉の「ウェルニッケ野」である。ブローカ野は音声言語のアウトプット処理に、ウェルニッケ野はインプット処理に重要な役割を果たす。インプットでは、音声言語情報が、ウェルニッケ野へ持ち込まれた後、角回に送られ、意味が同定される。アウトプットの場合、角回で意味が同定されると、言語情報はウェルニッケ野、弓状束を通り、ブローカ野から音声情報が送出される。また、この2つの処理経路以外に、図6において、ウェルニッケ野に到達した音声情報が、角回に行かず、弓状束を通過して、直接ブローカ野に送られる可能性がある。このことを知っておくことは、インプットとアウトプットの関係を考える上で重要である。インプットとアウトプットの間、ほとんど時差がなく、音声が入ると同時に出るという現象が起こり得る。これは、実際に、伝導失語で観察される現象である。これを健常者に当てはめるならば、インプットが先行し、その後暫くしてアウトプットに移行するのではなく、初期段階において、アウトプットは、ほぼインプットと同時に生じている可能性が示唆される。

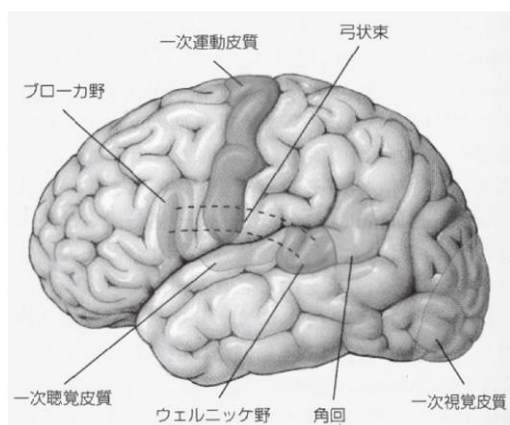


図6 左脳における言語関連部位  
(ピネル, 2005)

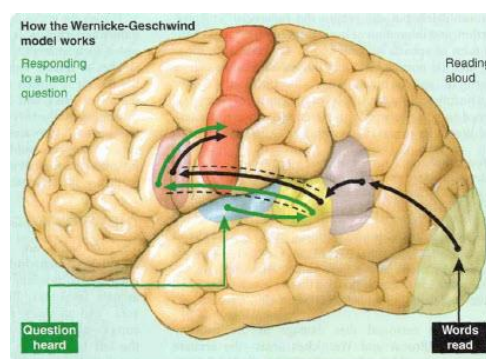


図7 左脳の言語処理回路  
(Pinel, 2014)

図7では、音声と文字のインプットとアウトプットの処理が矢印によって示されている。この2つの図を通して、言語処理が効率的に行われるために、特定の部位が割り当てられて、うまく機能していることがわかる。この特定部位は、言語習得理論ではモジュールと呼ばれている。このモジュールが脳内言語処理においてどのような役割を担っているかについては、3.3. 脳のコネクトームで考察する。その前に、大脳と同様、無意識的言語処理に密接に関わる小脳の役割について、次節で考察する。

### 3.2. 小脳

従来、言語習得との関係で脳を扱う際、脳は大腦を指す。ところで、最近の脳科学研究で小脳の研究が少しずつ進み、小脳が単なる運動制御の場ではなく、高次の情報処理に関わっていることがわかってきている (川人, 1996, p.403)。また、言語習得過程で、最初は意識していた言語活動が、言語に習熟するにつれてあまり意識せずに行われるようになる。このことから、無意識的な言語処理に小脳が関わっている可能性が考えられる。

図7と図8は、キーボードを押す際の指の動きに伴う脳内活性化の状態を示している。

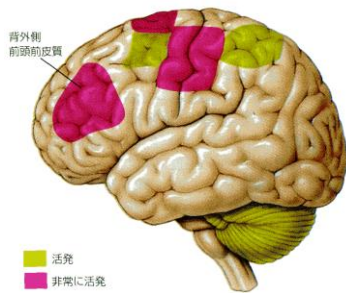


図8 新たに学習した指の動き

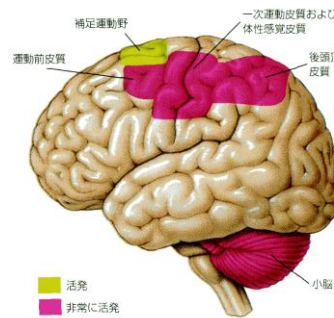


図9 よく練習した指の動き

(ピネル, 2005)

図8では考えながら指を動かし、図9では考えずに指を動かしている。また、図8では大腦の前頭前野が、図9では小脳が強く活性化している。このことから、特定の情報処理が効率よく処理されるためには、大腦から小脳への情報の移行が重要な意味を持つことが示唆される。ところで、この大腦と小脳の関係について調べると、ピネル (2005) の図8、図9と Pinel (2014) の図10、図11では、小脳の活性化状態が正反対であることに気づかされる。

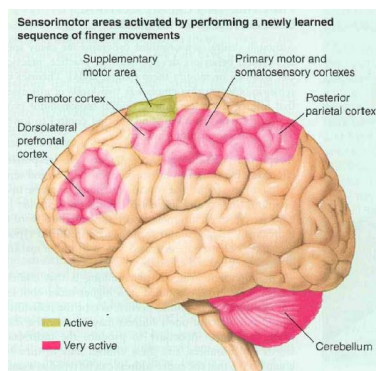


図10 新たに学習した指の動き

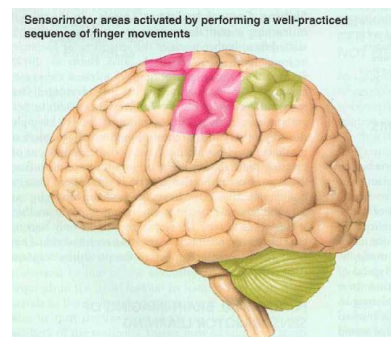


図11 よく練習した指の動き

(Pinel, 2014)

図 10 と図 11 が掲載されている方が、新たな知見に基づく変更または修正と推察される。図 10 の特定課題の修得開始段階で、大脳と小脳の活動が活発である点が非常に興味深い。これは、大脳の意識的処理を小脳の高速処理に反映させる目的で、同期をとろうとしている可能性が示唆される。同時に、図 8、図 9 と図 10、図 11 で、前頭前野に注目すると、図 8 と図 10 で活発に機能している前頭前野が、図 9 と図 11 ではほとんど機能していないように見える。これは、小脳による高速処理が定着することにより、予測を含む無意識的処理が、円滑に高速で実行されていることを示していると推察される。そして、このことは、第 2 章の図 5 のモデルで扱う言語処理にも該当すると考えられる。

### 3.3. 脳のコネクトーム<sup>1</sup>

上の節では、大脳と小脳という物理的構造を考察した。他方、図 5 のモデルで扱う直列処理と並列処理の心理的実在性を考える上で、脳内神経回路網に関する考察は有用である。

脳科学研究の中の「ネットワーク神経科学」と呼ばれる新分野では、グラフ理論という数学の手法を用い、脳内の複雑な相互作用を読み解き、予測しようとしている。この分野の研究では、個々の脳領域がどのように接続し、ネットワークを形成しているかを調べ、脳の中にどのように組み込まれているかを照合することによって、脳の働きを解明しようとしている。

脳は、モジュールという局在的ネットワークの集合で構成される。ベルトレノらは、脳神経科学研究の評価・分析を行い、83 種類の認知課題の実験協力者を対象とした 1 万件以上の fMRI の実験を通して、課題ごとに割り当てられるモジュールが異なることを発見した。これを具体的に示しているのが、次の図 12 である。

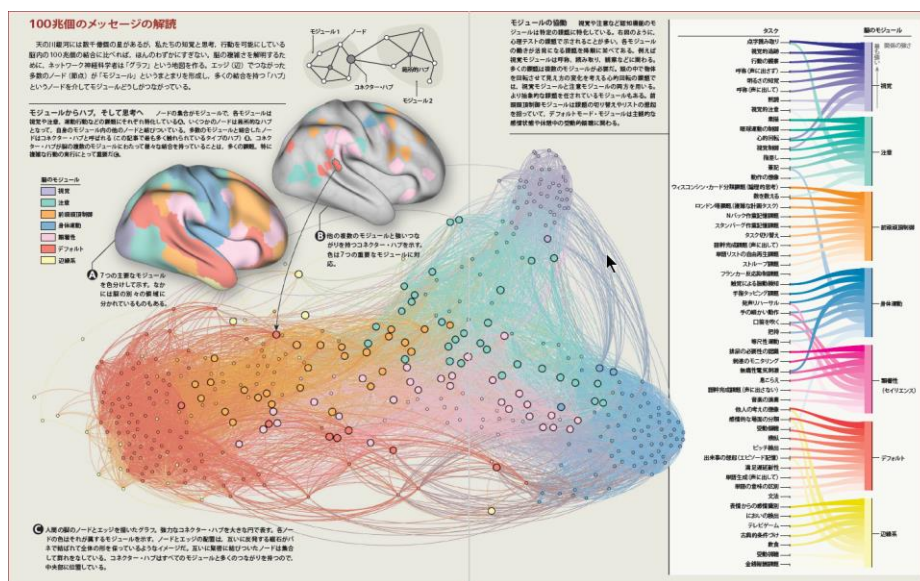


図 12 人のコネクトーム (ベルトレノ, M., バセット, D.S., 2020)

<sup>1</sup> 生物の神経系内の各要素間の接続状態を表した地図

この図を通して、脳の活動の制御と統合を担うモジュールが、複数の脳葉とつながり、脳全体に広がっていることが理解できる。たとえば、前頭頭頂制御モジュールは、前頭葉、頭頂葉、側頭葉に渡っている。また、複数のモジュールが協調して機能し、意思決定、記憶想起、認知制御などの複雑な処理を担う実行機能に密接に関わっていると推察される。このことから、モジュールを基盤とした神経回路網が、言語習得における予測や無意識的処理に関係することが推察され、図5の心理的実在性を証明するものである。

#### 4. 応用言語学におけるインプットとアウトプット

応用言語学における言語習得の見解として定着しているインプット仮説、アウトプット仮説、インターアクション仮説を取り上げ、本論で考察する予測の観点から、それぞれの仮説の妥当性を検討する。

##### 4.1. インプット仮説

クラッシュェンは、インプット仮説について、次のように考察している。

The Input Hypothesis claims that humans acquire language in only one way – by understanding messages, or by receiving 'comprehensible input'. We progress along the natural order (hypothesis 2) by understanding input that contains structures at our next 'stage' – structure that are a bit beyond our current level of competence. (We move from  $i$  our current level, to  $i + 1$ , the next level along the natural order, by understanding input containing  $i + 1$ ; this terminology, adequate for now, is expanded in Krashen 1983.) We are able to understand language containing unacquired grammar with the help of context which includes extra-linguistic information, our knowledge of the world, and previously acquired linguistic competence.

(Krashen, 1985, p.2)

上で、クラッシュェンは、聞く内容を理解することによって言語習得が  $i$  から  $i + 1$  に進行すると述べている。 $i$  は、その時点の学習者の言語能力で、 $i + 1$  は、次の段階の少し上の言語能力を表している。この主張は、概ね妥当と考えられるが、引用の最後の一文は検討を要する。ここで述べられている「言語以外の情報、背景知識、言語に関する既知情報」は、予測に基づき脳内で活性化している情報を示していて、厳密には、インプットの要素ではない。すなわち、インプット仮説の中には、予測に関わるアウトプットの要素が含まれていることに留意する必要がある。

##### 4.2. アウトプット仮説

クラッシュェンのインプット仮説に対して、スウェインらは、アウトプット仮説を提唱し、次のように述べている。

... Swain (1985, 1993) suggested that perhaps one function of output in second language learning might be to force the learner to move from the semantic processing prevalent in comprehension to the syntactic processing needed for production. It might be that producing language forces learners to recognize what they do not know or know only partially. This may trigger an analysis of incoming data, that is, a syntactic analysis of input, or it may trigger an analysis of existing internal linguistic resources, in order to fill the knowledge gap.

(Swain and Lapkin, 1995, p.375)

上記の考察は、クラッシュェンのインプット仮説の弱点を補足している点で評価される。より具体的には、インプットでは意味処理に重点が置かれるのに対し、アウトプットでは、意味処理の後の統語処理に焦点が当たること、並びに、アウトプットでは、産出のために既知情報を確認する必要があり、入力情報の分析的処理及び既存情報の見直しにつながるものが指摘されている。ただし、この考察では、アウトプットからインプットへの直列的な線形処理が前提となっていて、本論で取り上げる予測という視点は考慮されていない。

#### 4.3. インターアクション仮説

最後に、ロングのインターアクション仮説を取り上げる。本仮説は、上掲の2つの仮説の特徴を併せ持つ。

It is now well established that, under as yet little understood conditions, native speakers modify their speech when addressing non-native speakers. Discussion of native speaker – non-native speaker (NS-NNS) conversation, however, often conflates two related but distinguishable phenomena, input to and interaction with the NNS. Input refers to the linguistic forms used; by interaction is meant the functions served by those forms, such as expansion, repetition, and clarification. This paper explores the possibility that a distinction between these two facets of NS-NNS conversation is important both theoretically, in order better to understand the second-language-acquisition (SLA) process, and in practice, when considering what is necessary and efficient in SL instruction.

(Long, 1981, p.259)

この仮説は、母語話者と第2言語学習者の間の言語活動において、拡張表現、反復表現、確認表現が観察されることを踏まえ、これらの特徴が言語習得を促すという考えである。本仮説は、インプット仮説、アウトプット仮説と異なり、双方向の視点から分析を試みている点で評価される。他方、双方向の言語活動で生じている間主観性<sup>2</sup>に基づく予測の効果について、考慮されているとは思われない。

---

<sup>2</sup> 視線、声、表情、動作などを通して、相手の思いを推し測る能力

以上の3つの仮説に関する分析から、本節で取り上げた第2言語習得に関する仮説は、応用言語学の研究分野では非常によく知られている一方、脳科学研究の分野で最近明らかになってきている予測という視点が欠けていることが分かる。これは、応用言語学分野の研究が、実証研究と経験を基に、観察可能で測定可能と考えられる言語現象を検証しようとすることに起因していると推察される。今後、予測を考慮した指導法が開発されると、新たな言語活動、言語習得に移行する可能性が示唆される。

## 結

本論文は、英語教育に限らず、広く応用言語学において暗黙の了解として扱われてきた、インプットからアウトプットへの線形的な流れを、脳科学研究の成果を踏まえて、新たに予測の視点から再考することを試みた。

本論文を締めくくるに当たり、意識は何処にあるのかという問題に関する脳科学研究者ガザニガの見解を取り上げる。

I am suggesting that the brain has all kinds of local consciousness systems, a constellation of them, which are enabling consciousness. Although the feelings of consciousness appear to be unified to you, they are given form by these vastly separate systems. Whichever notion you happened to be conscious of at a particular moment is the one that comes bubbling up, the one that becomes dominant. It's a dog-eat-dog world going on in your brain with different systems competing to make it to the surface to win the prize of conscious recognition.

(Gazzaniga, 2011, p.66)

ガザニガは、意識は脳の至る所に存在し、それが組み合わされて現れると捉えている。私たちは意識を一つのまとまったものと感じているが、実は、別々の所にあるものが必要に応じて結びつくことで成り立っているという主張である。3.3. 脳のコネクトームで扱ったモジュールという概念を踏まえると、意識のモジュール化につながる示唆に富んだ内容であり、言語処理における意識と無意識の関係性について考える際にも有用である。

最後に、予測を含む無意識的処理の探求には、右脳と左脳の情報交換を支える脳梁の役割や左右の前頭前野の機能について精査する必要がある、今後に残された課題である。

## 引用文献

- 井狩幸男 (2020). 「脳科学研究からみた意識と気づきの関係について」『英語教育開発センター紀要』第2号 大阪市立大学英語教育開発センター、13-23 頁.
- 井狩幸男 (2009). 「生きたことばを習得するための英語教育 —— 母語獲得と脳科学の研究成果を踏まえて ——」 大阪市立大学学位論文.
- 川人光男 (1996). 『脳の計算理論』 東京：産業図書.

- セス, A.K. (2019). 「脳が「現実」を作り出す」 『日経サイエンス』 12 月号 pp.41-49 東京：日経サイエンス社.
- ベルトレノ, M., バセット, D.S. (2020). 「神経回路網はどのように知性を生み出すのか」 『日経サイエンス』 3月号 pp.52-60 東京：日経サイエンス社.
- リベット, B. (2005). 『マインド・タイムー脳と意識の時間』 下条信輔 訳 東京：岩波書店.
- Baddeley, A.D. (2000). The episodic buffer: A new component of working memory? *Trends in Cognitive Sciences*, 4(11). 417-423.
- Baddeley, A.D. (2019). *Working Memories*. New York: Routledge.
- Baddeley, A. D. & G. J. Hitch (1974). Working Memory. In G. Bower (ed.), *Recent Advances in Learning and Motivation*. vol.8 47-90. New York: Academic Press.
- Blackmore, S. (2006). *Conversations on Consciousness*. New York: Oxford University Press.
- Gazzaniga, Michael S. (2011). *Who's in Charge?: Free Will and the Science of the Brain*. New York: HarperCollins.
- Harris, S. (2012). *Free Will*. New York: Free Press.
- Krashen, S.D. (1985). *The Input Hypothesis: Issues and Implications*. HK: Longman.
- Long, M. H. (1981). Input, interaction, and second-language acquisition. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 379, 259–278.
- Miller, G. A., Galanter, E., & Pribram, K. H. (1960). *Plans and the structure of behavior*. New York: Henry Holt and Co.
- Pinel, J.P.J. (2014). *Biopsychology*. Ninth edition. New York: Pearson.
- Swain, M. & Lapkin, S. (1995). "Problems in Output and the Cognitive Processes They Generate: A Step Towards Second Language Learning." *Applied Linguistics*, 16:371-391.