

Title	生涯に渡り変化するアクティブ・ラーニングの脳認知科学アプローチによる学習理論研究
Sub Title	Active learning theory based on enactive brain for education and long-life learning
Author	仁木, 和久(Niki, Kazuhisa) 緩利, 誠(Yururi, Makoto) 安藤, 寿康(Ando, Jukou) 岩野, 孝之(Iwano, Takayuki) 内海, 緒香(Utsumi, Syoka) 羅, 勁(Luo, Jing)
Publisher	
Publication year	2023
Jtitle	科学研究費補助金研究成果報告書 (2022. )
JaLC DOI	
Abstract	<p>積極的な脳 Enactive Brain理論&amp;モデルを構築し、社会文化の中での協調的行動をとおして、言語や知識、スキルを獲得・共有し、生涯に渡り継続する主体的・能動的な「学びと成長」を、生物学的・脳科学的エビデンスに基づき、一貫して解明・説明することができる「脳科学と教育の架橋」研究フレームワークを創出した。Enactive Brain理論&amp;モデルをアクティブラーニング (AL) の学習理論の土台とすることで、教室の社会文化環境構築の重要性、生徒の主体的・能動的な「学びと成長」、そこに介入する教師の社会的協調行為としての「教える行為」の重要性など、AL教育の在り方を新しい視点から検討した。</p> <p>The Enactive Brain Theory &amp; Model was developed to create a new framework for research on "bridging brain science and education" that can consistently elucidate and explain, based on biological and brain science evidence, the lifelong active and proactive "learning and growth" of students who acquire and share language, knowledge, and skills through collaborative acts in a social culture environment. By using the Enactive Brain Theory and Model as a foundation for the learning theory of active learning (AL), the importance of the socio-cultural environment of the classroom, the independent and active "learning and growth" of students, and the importance of the "act of teaching" as a socially cooperative act of the teacher who intervenes in this process were clarified and examined from a new perspective.</p>
Notes	研究種目：挑戦的研究 (開拓) 研究期間：2018～2022 課題番号：18H05318・20K20337 研究分野：脳認知科学
Genre	Research Paper
URL	<a href="https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=KAKEN_20K20337seika">https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=KAKEN_20K20337seika</a>

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the Keio Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

令和 5 年 6 月 8 日現在

機関番号：32612

研究種目：挑戦的研究（開拓）

研究期間：2018～2022

課題番号：18H05318・20K20337

研究課題名（和文）生涯に渡り変化するアクティブ・ラーニングの脳認知科学アプローチによる学習理論研究

研究課題名（英文）Active Learning Theory based on Enactive Brain for Education and Long-life Learning

研究代表者

仁木 和久（NIKI, KAZUHISA）

慶應義塾大学・社会学研究科（三田）・訪問研究員

研究者番号：30344211

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 18,820,000円

研究成果の概要（和文）：積極的な脳 Enactive Brain理論&モデルを構築し、社会文化の中での協調的行動をとおして、言語や知識、スキルを獲得・共有し、生涯に渡り継続する主体的・能動的な「学びと成長」を、生物学的・脳科学的エビデンスに基づき、一貫して解明・説明することができる「脳科学と教育の架橋」研究フレームワークを創出した。Enactive Brain理論&モデルをアクティブラーニング（AL）の学習理論の土台とすることで、教室の社会文化環境構築の重要性、生徒の主体的・能動的な「学びと成長」、そこに介入する教師の社会的協調行為としての「教える行為」の重要性など、AL教育の在り方を新しい視点から検討した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究プロジェクトは、生物学的・脳科学的エビデンスに基づき、生涯に渡る「学びと成長」を一貫して論じることができる積極的な脳 Enactive Brain理論&モデルを構築し、「脳科学と教育の架橋」研究分野を新しく創出した。

この研究成果は、AL教育設計の指針として価値があるだけでなく、人間が社会文化の中で言語や知識、スキルを社会的に習得し、主体的・能動的に「学び成長」し、協調的社会的活動をとおして社会文化の構築にかかわる身体的・精神的・社会的に健康（Well-Being）な自立したエキスパート行為者の「学びと成長」、「生涯学習」へも寄与できるなど、大きな社会的意義とインパクトを持つ。

研究成果の概要（英文）：The Enactive Brain Theory & Model was developed to create a new framework for research on "bridging brain science and education" that can consistently elucidate and explain, based on biological and brain science evidence, the lifelong active and proactive "learning and growth" of students who acquire and share language, knowledge, and skills through collaborative acts in a social culture environment. By using the Enactive Brain Theory and Model as a foundation for the learning theory of active learning (AL), the importance of the socio-cultural environment of the classroom, the independent and active "learning and growth" of students, and the importance of the "act of teaching" as a socially cooperative act of the teacher who intervenes in this process were clarified and examined from a new perspective.

研究分野：脳認知科学

キーワード：アクティブ・ラーニング Enactive Brain 教育改革 「脳科学と教育の架橋」研究 脳認知科学 行為の学習と記憶 構成的学習 生涯学習・発達

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属します。

### 1. 研究開始当初の背景

人間は、主体的で対話的で深い学びによって、自己の知識やスキルを身につける能力を脳の仕組みとして持っている。日本そして OECD を始めとして世界中の教育改革で共通して目指されている教育では、このような能力を促進・活性化することにより、子どもを社会文化の中で健康に活躍できる自立したエキスパート行為者として成長させることが期待されている。しかし、人生の重要な時期に長期間に渡って続くこの「学びと成長」の脳のメカニズムは理解されていない。このため、生涯にわたり自ら築きあげる必要があるアクティブ・ラーニング (Active Learning; 以下 AL と略) を正しく普及させる為に、AL の諸特性や現象を一貫して説明できる学習理論を脳認知科学アプローチにより構築することが求められていた。

しかし、「脳科学と教育」研究には、教育への新しい可能性と期待にそえなかった長い歴史がある。「脳科学と教育のギャップ」を埋め、何を指すかの目標と、探求現象のレベルを一致させる努力が必要であった。すなわち、脳科学からは、行為のレベルでの構成的学習を扱う脳科学を中核にそえて、行為者の「学びと成長」に焦点をあてることで新しい「脳科学と教育の架橋」研究フレームワークを創造する必要がある。一方、教育学にも、社会構成主義的アプローチの台頭により、教育や学習・発達の生物学的基盤をもとにそのメカニズムや促進要因・阻害要因等を解明する研究が手薄になっている状況があった。

人間の主体的・能動的な「学びと成長」の諸特性や現象を脳認知科学の視点から一貫して説明できる理論&モデルを持つことで、近年の教育改革で注目を集めている AL やそれを促す授業実践についても根本から問い直すという「脳科学と教育の架橋」研究を創造・推進し、その成果を社会に還元していくことが必要かつ求められていた。

### 2. 研究の目的

本研究の全般的目的は、生涯にわたり自ら築きあげる必要があるアクティブ・ラーニング (AL) を正しく普及させる為に、AL の諸特性や現象を一貫して説明できる学習理論を脳認知科学アプローチにより構築し、AL 教育のデザインや実践に寄与する基礎をつくることである。

この目的を実現するために、研究期間内に新しい研究アプローチを具体的に開発する必要があった。即ち、本研究の中核的課題である「AL の学習理論」の構成研究において、「脳科学と教育のギャップ」を埋めるようにデザインした新しい脳科学的研究アプローチの開発・実現することを本研究の中核的目的・目標とする。

更に、この研究の社会への貢献は、単なる抽象的・長期的な目的であってはならないため、教育学アプローチにより AL 教育のデザインや教育実践への寄与を具体化することを本研究の社会的目標とし、目的と目標をセットとして研究を遂行する。

### 3. 研究の方法

脳科学からのアプローチでは、AL の学習理論の構成にあたり、今までの心理学や教育学の学習理論で試みられていない2つの挑戦をおこなう。即ち、AL を説明するために、動物の行動学習の枠組みを乗り越え、人間固有の「行為 (= 意図をもった行動)」および「行為の学習と記憶」の解明を礎に据える。認知科学エビデンスに基づき AL の学習現象を解明・説明する脳認知科学研究の確立を図る。この研究的挑戦により、心理学や教育学において未解明な状態である「AL の学習理論」を脳認知科学エビデンスと脳原理に基づき再構築する。

具体的には、我々の海馬を中核とした「行為の記憶」システムの研究成果を AL 学習理論の基礎にある構成的学習のコア機能として位置づけ、さらに、最近の脳科学研究成果、特に大規模脳ネットワーク研究の成果と、公開大規模 MRI データのメタ解析研究の成果を反映させ「積極的な脳システムモデル (Enactive Brain)」の構築を目指す。Enactive Brain 理論&モデルの構築と平行して、創造性やインサイトに焦点をあてた脳イメージングの国際的共同研究を展開することにより、脳の構成的学習 (Brain Constructivism) を中核要素にもつ AL 学習理論を補強し、その妥当性や予測性をも検証する機会とする。

このような研究的挑戦により、脳認知科学エビデンスと脳原理に基づき、教育学における AL の学習理論を「積極的な脳システムモデル (Enactive Brain)」へと再構築し、AL の学習現象やその諸特性を脳認知科学エビデンスに基づき一貫して理解可能とする。

さらに、「脳科学と教育」の知見をもった教育学者と「教えたがる脳」に知見をもつ行動遺伝学者とのコラボにより本研究の脳認知科学的成果を発展させ、AL を支える脳システムの働きと発達を解明する手法を開発・適用することにより、教育学的視点からも、学齢に応じた適切な AL 教育の設計に役立つ AL 学習理論として完成させることを目指す。

行動遺伝学からのアプローチでは、遺伝が規定する効果の大きさの確認と共に、行為者が意図的かつ主体的に社会的環境の中での生き方を選ぶことが決定的に重要になることを行動遺伝学の知見に基づいて調査研究する。具体的には、

IQ で 15 点以上の差をもつ成人一卵性双生児 5 組の脳構造の MRI 画像、並びに安静時脳活動

にみられる「積極的な脳システムモデル」に特にかかわるネットワークであるデフォルトモードネットワーク(DMN)、前頭頭頂ネットワーク(FPN)、顕著性ネットワーク(SN)の類似性を比較する。

とは異なる成人一卵性双生児 5 組に対してであるが、それぞれ独立に人生のもっとも古い記憶から、幼児期、初等学校期、中等学校期、高等学校期、成人期の各ライフステージごとに印象的だった思い出を自由に語ってもらった。この半構造化面接からその類似性を比較する。

教育学からのアプローチでは、人間を情報機械のようにみなす「学習」観から脱し、社会環境の中で「学び成長」という「ALを志向した教育」への回帰の必要性を調査研究する。具体的には、

「脳科学と教育の架橋研究」を教育学の立場から推進していくための研究戦略を検討する。

「積極的な脳システムモデル」をもとに、日本における学校教育の現状を批判的に分析し、学校教育が抱える構造的な問題を明らかにする。

「積極的な脳システムモデル」が理想とする教えと学びの姿を演繹的に考察し、その促進要因をモデル化するとともに、学習環境デザインにおいて押さえるべき教授 学習原則を導出する。あわせて、当該モデルの生態学的妥当性を質問紙による Web 調査(高校生 724 名、大学生 934 名)をもとに検証する。

#### 4. 研究成果

##### (1) 主体的・能動的な行為と学習をささえる「積極的な脳」Enactive Brain 理論&モデルの開発

「知らなかったことが分かる。できなかったことが、できるようになる」という教育学で重要な「構成的学習」を解明し、AL 学習過程で起こる諸現象やその特徴ある特性を一貫して解明・説明できる AL 学習理論の構築を、脳科学的エビデンスに基づいて研究・開発した。

具体的には、我々のインサイト現象の脳イメージング研究成果を基に、「知りたい」という意欲と意図目標が達成された時に起こる「行為の記憶」を、海馬を中核として全脳的なバインディング記憶として説明する Brain Constructivism 理論を開発し、さらに、脳科学と教育のギャップを埋めるため、行為のレベルの脳科学を目標として、大規模脳ネットワークの構造的性と機能を反映させ「3つの脳システム」で構成した Triple Brain Model を開発した。さらに、「教えの行為者」と「学びの行為者」の「学びの場」でのダイナミックな相互作用として教育を捉えることを提案した。

以上のような研究開発を経て、最終的に、3つの「脳の原理」(ホメオスタシス原理、自由エネルギー最小の原理、固有の機能と役割をもつ自律的な神経活動をする脳システムで構成)に従い、Enactive Brain 理論&モデルを開発した。「固有の機能と役割をもつ自律的な神経活動をする脳システムで構成」原理に従い、デフォルトモードネットワーク、前頭-頭頂ネットワーク、顕著性ネットワークで Enactive Brain は構成されるが、それぞれの機能と役割を名前につけて、「自己情報と記憶の脳システム」、「論理的推論・認知情報の脳システム」、「顕著性と恒常性の脳システム」と呼ぶ。3つの脳システムを結び、最も重要な感覚である視覚・聴覚の背側路と腹側路を加えて、3つの脳システムの間をハブ結合した大規模脳ネットワークとして「積極的な脳」Enactive Brain の理論&モデルを構成した。この Enactive Brain の理論&モデルは、「外界刺激による受動的な行動ではなく、環境に対して人間自身の内部から能動的に働きかける主体的で能動的な行為(=意図と意欲をもった行動)や認知活動」を支える脳の仕組みを表現することができ、AL で起こる諸現象やその諸特性を一貫して説明できるだけでなく、より一般的に、人間の行為や「学びと成長」を脳科学的エビデンスに基づき解明・説明できることを明らかにした。このように、我々の Enactive Brain に関する研究により、行為レベルの現象を扱える「大規模脳ネットワークの脳科学」Enactive Brain の新しい研究分野を切り開くことに貢献した。

##### (2) 積極的な脳“Enactive Brain”の予言力

人間行為をささえる Enactive Brain 理論&モデルは、その脳の構造と機能の可塑・学習・発達の諸現象として、人間の行為や認知機能の発達そして「学びと成長」を、予言力をもって解明し、説明することができる。Enactive Brain 理論の「脳の原理：自由エネルギー最小の原理」は、神経システムの自由エネルギー消費を最小化するようにベイズ学習で内部モデルを大脳皮質コラムに構成することで、予測器を形成する脳の可塑学習能力である。Enactive Brain 理論&モデルは、人間固有の能力の多くが、この予測器によって実現されていることを明らかにした。その示唆を以下に列挙する。

###### 知覚予測器

環境対象の知覚では、対象を観察するだけで、どのように操作できるかのアフォーダンス感覚を伴う。この感覚は、頭頂葉で形成される知覚予測器の「感覚-運動-身体」の統合情報を用いた内部モデルが生み出す知覚感覚であると我々は主張する。この知覚予測機能が、自己スキーマや行為スキーマの認知機能を拡張し、アフォーダンス感覚を生み出し、義足や道具を身体の一部のように使うことを可能にできる。

###### 2種類の予測器の連携で構成される「自己(Self)脳」

脳は、脳の後部が感覚ベースの脳情報処理を担い、脳の前部が抽象的処理を担うという構造をもっている。この脳の構造的性を反映し、感覚ベースと概念ベースの2種類の予測器が頭頂葉・側頭葉と前頭葉に各々形成され、その連携動作により不確実性の高い社会環境の中でも働く人間



固有の「自己脳」が形成される。この感覚と抽象の脳の協調動作の構造を反映し、感覚・身体レベルでの環境対象への知覚や働きかけを実現し、「思考等の抽象表現に具体的な意味」を与える脳の後半部の自己脳の自己脳機能を創り出し、逆に、身体や感覚の束縛を受けず、時空間に自由な抽象レベルの脳表象を担い、行為の目標や意思決定の決断を決める脳の前半部「前頭葉」の自己脳機能を創り出した。感覚情報を用いた予測器では予測エラーが大きく予測できない状態では、前頭葉の概念ベースの抽象的予測器を使い、行動目標を定め、経験に基づいた習慣的行動パターンを自発的に発動させる。このように、未知・未経験の状況でも、概念ベースの能動的推論により、思索的探索や行為の計画・予測・評価を行うことができる。脳の前後ペアで構成される2つの自己脳間の「脳空間」が、抽象・具体・知覚の脳情報処理の連携・協調的動作をサポートし、探索的行動や社会的模倣学習、インサイトや創造活動でも共通して活動する。抽象・具体・知覚の2つの自己脳（mPFCとPCC・PPC）の間の相互作用の中で日常活動から科学的思考までの主体的・能動的行為の脳活動が行われていることは、注目に値する。

言語と行為の発達と「学びと成長」～生物的存在から社会的存在へ

語彙概念システムは、社会文化環境で使われている語彙の脳内概念表現をもつことで、社会で使われる「同一」語彙使って、意図コミュニケーションや知識の共有を可能にする。この語彙概念システムの機能は強力かつ普遍的であり、教育における外国語やプログラミング言語、さらには数学概念などの習得の基盤となる。明らかに、現代の教育システムは、言語システムを核として、社会文化の知識の獲得を目指しているようにみえる。

しかし、B44の語彙概念システムは、言語だけの占有物でなく、行為と言語の協調動作を深化させ、社会的協調活動による社会文化の構築という重大な機能の核になる。昨今の教育改革で追求されていることは、「言語ドメインでの知識の獲得」から「社会文化の知識を共有し活用するという行為ドメインでの協調的社会的活動能力の獲得」へのシフトである。重要なことは、人間の「学びと成長」を支えるEnactive Brainの構造と機能が、社会環境の中での言語システムと行為システムの協調の仕組みを持っており、しかも、社会文化環境の中での「学び成長」を支えて、図1のように、青年期・成人期までの長い教育期間にわたり、言語も行為も共発達することである。この共発達を促す教育では、Enactive Brainの仕組みの理解と活用が必要である。

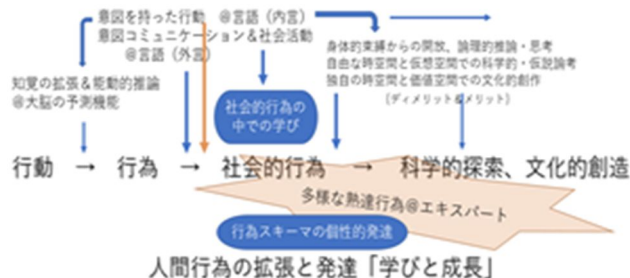


図1 人間行為の拡張と発達「学びと成長」

### 社会的情動システムの形成

人間の生物的存在から社会的存在への飛躍を支えるもう一つの脳の仕組みとして、島皮質とmPFC、下部前頭葉に形成される社会的情動システムである。人と人をつなげ、社会的協調作業を可能にする最初の社会的情動システムは、乳児の「母子間の愛着と情動コミュニケーションの形成」から始まる。脳組織よりも腸や胃、心臓という内臓の方が生命の維持に直結した組織である。このため、臓器からの自律神経の情報を用いて形成される相互受容予測器を前部島皮質で生み出し、扁桃体で感情を生み出したと考えられる。さらに、人間の協調的社会的活動を可能にする社会的情動も、mPFCなど下部前頭葉で、社会的体験や社会的・文化的に共有された情動概念を用いた概念ベースの予測器として産み出される。

乳児や幼児は文化的なスキルや習慣を生活環境の中で学び、社会的規範を身につける。しかし、本格的な社会的認知の獲得にはdlPFCとの連携が必要であり、社会的協調活動に必要な社会的情動システムの構築は就学前後に始まる。現代教育の学びの中でも社会協調スキルは必要であるため、情動概念や社会的情緒スキルの習得は教育の中でも目指されるべき課題であると問題提起した。

### (3) Well Being

Enactive Brainのホメオスタシス脳原理は、生命体が動的な平衡バランスを保つ機能を生み出し、島皮質が担っている。社会的情動システムも島皮質が担うことが示唆するように、長期にわたり自己成長を伴いながら学び続ける為には、「身体的、精神的、社会的な健康:Well Being」が必要・不可欠である。EnactiveBrainの脳の構造と機能が、Well Beingを支えている。

#### \* 教育におけるWell-Being問題

現在の日本の教育では、日本の子供たちの心の健康に問題があり、社会的スキルや生活満足度が低く、自殺率も高いという教育におけるWell-Being問題がある。この問題の解決には、教育環境での生徒と教師の社会的情動システムの再構築が必要なのかもしれない。実はこれは、教室や教育の問題だけではなく、本当の意味で、自立した行為者が協調作業しなくてはならない社会の問題でもあることを指摘した。教育におけるこの課題への検討は、4.5にまとめる。

(4) 行動遺伝学の立場から：知能の遺伝的素質と行為主体的学習のための教育を論じ、特に、遺伝の影響があるからこそヒトは行為主体性という外界に対して能動的な学習をしよう存在で

あり、教育を主体的に利用し、文化的創造を可能にするという新しい遺伝観・教育を探求し、以下のことを明らかにした。

5組の一卵性双生児きょうだい間でMRIによる構造画像を比較すると、100%共有する人間同士の脳構造は、顔が似ているのと同じように、脳構造の類似性が非常に類似している。グラフ理論における様々なパラメータ、すなわち全体効率性(Global Efficiency)、局所効率(Local Efficiency)、媒介中心性(Betweenness Centrality)、コスト(Cost)、平均パス長(Average Path Length)、クラスタリング係数(Clustering Coefficient)、次数(Degree)の相関係数の調査により、行為主体性にかかわる脳活動において、遺伝的な影響が表れる可能性を明らかにした。

一卵性双生児のライフヒストリーには顕著な類似性が見出された。たとえば事例1は神経過敏傾向から鬱屈した思春期を過ごす、写真撮影と出会うことで一転して使命感に根差す写真家の道を目指す点で類似、また事例2では小学校の時にたまたま始めた野球をきっかけに、中学時代に高校野球に没頭、高校で野球を教えるために体育教師となって経験を深めている点で類似している。これはいずれも遺伝的影響を受けた「積極的な脳システム」が能動的に人生を構築している様子を示しているといえる。

(5) 教育学の立場から：脳科学と教育の架橋・融合と、新しいAL教育の在り方の探求

教育学の立場から「脳科学と教育の架橋研究」推進のための研究戦略の検討

教育の現場で何が起きているのかを、脳科学的手法を用いてダイレクトに解析することは、現時点でも難しく、現実的ではない。一方、脳の各領域は他の領域と結びついて機能しており、複数のシステムによって脳は有機的に構成されているため、このシステムのレベルで脳を理解することが必須である。この考えのもと、本研究課題では脳認知科学の視点から構築された「積極的な脳システムモデル」に即して、心理学のなかでも特にポジティブ心理学を橋脚にすることで教育に架橋する方策を採用することが、学習や教育のあり方をより具体的かつ実質的に問い直すうえで有効であると判断した。教育現場における心理学的データの収集・分析から脳科学的知見の補強や再考の可能性も見込まれるためである。

「積極的な脳システムモデル」からみた学校教育が抱える構造的な問題

積極的な脳システムモデルからすれば、現状の学校教育においては、教師からの強制力が強く、意欲をもてずに受動的にやられる学習状況では、「論理的推論・認知情報の脳システム」だけに脳資源を分配し、「自己情報と記憶の脳システム」を強く抑制することになる。学習の議論において、意欲の重要性はこれまでも盛んに強調されてきたが、両システムの間をとりもつ「顕著性ネット」への影響の大きさは過小評価されている。さらに、感情全般に関して、副次的なものとして扱われてきたきらいがある。実際、自己選択や自己決定が動機づけに与える影響も心理学的に明らかにされてきており、発達の状況に応じて、2つの脳システムを協調的に作動させるという観点から、教育のあり方を改めて見直す必要性を明らかにした。

実際に、直近の学習指導要領実施状況調査の結果を独自の視点で再分析しても、両システムが協調的に作動していない可能性が看取できた。こうした問題状況を生み出す背景には、1) 子どもの発達ニーズの充足を踏まえた学校教育の成功定義の不在、2) 子どもを学習に駆り立てる動因や誘因の弱体化、3) カリキュラムとの生態学的不適合(遺伝的個性や社会環境とのミスマッチ)という構造的な問題点があることを特定した。1)は社会的ニーズへの対応が最優先で、子どもの発達のニーズの充足を後回しにする教育改革の構図とかかわり、社会的要請の雪だるま式増大に伴うカリキュラムオーバーロードの問題とかかわる。2)については、学校が提供するカリキュラムと教師の側に、子どもを学習に駆り立てる動因や誘因が消失してきていることを指す。他方で、3)はアカデミック志向かつオールラウンダー志向のカリキュラム構成、さらには、そのカリキュラムとの関わり方を規定する各種スタイルが特定のものに偏り、固定化していることとかかわる。

「積極的な脳システムモデル」の駆動・発達を促す学習環境のデザインに向けて

「積極的な脳システムモデル」の作動条件がWell-Beingの増進要因と密接に関連することを突き止め、学校教育の成功定義は個人と社会のWell-Beingを中核にすえて定義づけることを提案した。また、発達のニーズが充足されることで、子どもは存在から社会的存在へと育っていき、そのプロセスにおいて行為主体性を獲得していくとともにWell-Beingを高めていくという発達プロセスを描き出した。その際、発達のニーズについて、「積極的な脳システムモデル」の観点からこれまでの先行研究を再考した結果、1) 安定の希求と変化の希求、2) 対自的志向性と対他的志向性、3) 類似性の模索と異質性の模索という軸が抽出でき、それぞれを生物的欲求、社会的欲求、実存的欲求の多次元で構成されるものとして体系づけることが可能であることを明らかにした。

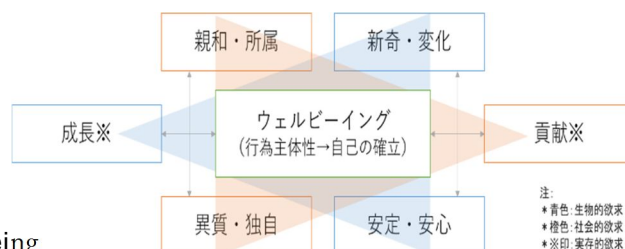


図2 人間発達の社会的拡張モデル Well-Being

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計16件（うち査読付論文 7件 / うち国際共著 4件 / うちオープンアクセス 8件）

1. 著者名 仁木和久、緩利誠、安藤寿康	4. 巻 1
2. 論文標題 行為主体性をどう捉え、いかに育むか？ - 脳科学と教育の架橋・融合に向けた試論的考察 -	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 研究報告書	6. 最初と最後の頁 1-62
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 仁木和久	4. 巻 25
2. 論文標題 子どもは未来であるとは？ ~「学びと成長」と「社会・文化」との関係を脳に探る~	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 チャイルドサイエンス	6. 最初と最後の頁 14-14
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Di Liu, Lei Hao, Lei Han, Ying Zhou, Shaozheng Qin, Niki Kazuhisa, Wangbing Shen, Baoguo Shi, Jing Luo	4. 巻 23
2. 論文標題 The optimal balance of controlled and spontaneous processing in insight problem solving: fMRI evidence from Chinese idiom guessing	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 Psychophysiology	6. 最初と最後の頁 1-16
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1111/psyp.14240	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 該当する

1. 著者名 仁木和久	4. 巻 55
2. 論文標題 効果的な学びの鍵を握る、脳のシステム	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 教育応援	6. 最初と最後の頁 8-9
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 緩利誠	4. 巻 7
2. 論文標題 「考える」ことを考える	5. 発行年 2023年
3. 雑誌名 昭和女子大学教職課程研究報	6. 最初と最後の頁 13-14
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 仁木和久	4. 巻 23
2. 論文標題 人間の学びと成長、Well Beingを支える3つの「脳の原理」	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 チャイルドサイエンス	6. 最初と最後の頁 10-12
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Ze Zhang, Kazuhisa Niki, Jing Luo	4. 巻 10
2. 論文標題 Elucidating the nature of linguistic processing in insight	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 PsyCh Journal	6. 最初と最後の頁 534-549
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/pchj.456	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 仁木和久、緩利誠、内海諸香	4. 巻 7
2. 論文標題 「学びの行為」を支える脳を知り、学びと教え、教育を考える	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 主体的学び	6. 最初と最後の頁 77-94
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -



1. 著者名 仁木 和久	4. 巻 23
2. 論文標題 人間の学びと成長、Well Beingを支える3つの「脳の原理」	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 チャイルドサイエンス	6. 最初と最後の頁 10-13
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 緩利誠、青木幸子	4. 巻 7
2. 論文標題 探究する学びづくりのプロセスで生じる困難や葛藤～「舞台裏」に注目した探索的分析を通じて～	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 昭和女子大学教職課程研究報	6. 最初と最後の頁 39-48
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 緩利誠	4. 巻 6
2. 論文標題 学びにおける豊かさは? ~Web検索を超えて~	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 昭和女子大学教職課程研究報	6. 最初と最後の頁 13-14
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Ze Zhang, Kazuhisa Niki, Jing Luo	4. 巻 2020
2. 論文標題 The Function of the Hippocampus in Bridging Functional and Temporal Discontinuity	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Neural Plasticity	6. 最初と最後の頁 1-10
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1155/2020/1049721	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 該当する

1. 著者名 Ze Zhang, Lulu Liu, Yue Li, Tengteng Tan, Kazuhisa Niki, Jing Luo	4. 巻 30
2. 論文標題 The Function of medial temporal lobe and posterior middle temporal gyrus in forming creative associations	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Hippocampus	6. 最初と最後の頁 1257-1267
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/hipo.23253	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 仁木和久、緩利誠、内海諸香、岩野孝之、安藤寿康	4. 巻 21
2. 論文標題 「学びの行為」を支えるEnactive Brainを知り、学びと自己成長、そして教育を考える	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 チャイルドサイエンス	6. 最初と最後の頁 35
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 緩利誠	4. 巻 5
2. 論文標題 コロナ禍で真価が問われたカリキュラム政策	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 昭和女子大学教職課程研究報	6. 最初と最後の頁 12-13
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 緩利誠	4. 巻 4
2. 論文標題 「謎のベストセラー」、教科書を問い直す	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 昭和女子大学教職課程研究報	6. 最初と最後の頁 14-15
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

〔学会発表〕 計28件（うち招待講演 1件 / うち国際学会 4件）

1. 発表者名 Kazuhisa Niki, Makoto Yururi, Jyuko Andou
2. 発表標題 Enactive Brain Theory and Education
3. 学会等名 IMBES 2022 International Conference (国際学会)
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 仁木和久、安藤寿康、綴利誠
2. 発表標題 行為主体性をどう捉え、いかに育むか？ - 脳科学と教育の架橋・融合に向けた試論的考察 -
3. 学会等名 第81回日本教育学会全国大会、ラウンドテーブル
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 仁木和久
2. 発表標題 人間の「学びと成長」を支える積極的な脳システムモデル (Enactive Brain)
3. 学会等名 第81回日本教育学会全国大会、ラウンドテーブル
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 安藤寿康
2. 発表標題 DNAレベルで明らかにされる知能の遺伝的素質と行為主体的学習のための教育
3. 学会等名 第81回日本教育学会全国大会、ラウンドテーブル
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 緩利誠
2. 発表標題 主体性をどう捉え、いかに育むか？ 脳科学と教育の架橋・融合に向けた試論的考察 教育学の立場から
3. 学会等名 第81回日本教育学学会全国大会、ラウンドテーブル
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 仁木和久、緩利誠、安藤寿康
2. 発表標題 子どもの学びと成長をささえる積極的な脳 Enactive Brain II 社会・文化の中での概念・知識の獲得・形成
3. 学会等名 第18回子ども学会議（日本子ども学会学術集会）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 安藤寿康、仁木和久、緩利誠
2. 発表標題 積極的な脳 Enactive Brain に及ぼす遺伝の影響に関する考察 行動遺伝学の三原則との整合性をめざして
3. 学会等名 第18回子ども学会議（日本子ども学会学術集会）
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 仁木和久
2. 発表標題 子どもは未来であるとは？ ～「学びと成長」と「社会・文化」との関係を脳に探る～
3. 学会等名 第3回 子ども学コロキウム
4. 発表年 2022年



1. 発表者名 緩利誠・安藤福光
2. 発表標題 総合的な探究の時間のカリキュラム開発経験と 学校組織開発の諸関係 高等学校教員を対象とする質問紙調査の結果から
3. 学会等名 日本カリキュラム学会第33回名古屋大学Web大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 安藤寿康・藤澤啓子
2. 発表標題 発達行動遺伝学研究のこれまでとこれから
3. 学会等名 第33回日本発達心理学会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 安藤寿康
2. 発表標題 遺伝・脳・教育の三題噺
3. 学会等名 教育と社会の生物学的基盤研究会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 仁木和久、緩利誠、安藤寿康
2. 発表標題 言語機能Triple Neuron起源論 脳の言語機能の起源を人間行為を支えるEnactive Brain IIに探る
3. 学会等名 第18回日本子ども学会学術集会
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 仁木和久、緩利誠、安藤寿康
2. 発表標題 「学びの行為」を支えるEnactive Brainを知り、学びと自己成長、そして教育を考える
3. 学会等名 第18回日本子ども学会学術集会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 緩利誠、仁木和久、安藤寿康
2. 発表標題 学校教育の成功をどう定義づけるか？ - Enactive Brainの仕組みとその発達の見点から～
3. 学会等名 第18回日本子ども学会学術集会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 仁木和久、緩利誠、内海諸香、岩野孝之、安藤寿康
2. 発表標題 「学びの行為」を支えるEnactive Brainを知り、学びと自己成長、そして教育を考える
3. 学会等名 第17回子ども学会議サテライトポスター
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 仁木和久・緩利誠・内海緒香・富士原紀絵
2. 発表標題 アクティブ・ラーニングの脳科学と教育実践への架橋を目指して ～人間固有の学びの構造と機能を知り、学びと教え、教育の再構築を共にデザインしよう～
3. 学会等名 日本教育心理学会第61回総会、企画ワークショップ
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 仁木和久・内海緒香・緩利誠・富士原紀絵・岩野孝之
2. 発表標題 アクティブ・ラーニングの脳科学
3. 学会等名 日本教育心理学会第61回総会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 仁木和久・緩利誠・内海緒香・岩野孝之・富士原紀絵
2. 発表標題 アクティブ・ラーニングを支える脳を知り、子どもの学びと成長に活かそう！
3. 学会等名 子ども学会企画ラウンドテーブル、第16回子ども学会議
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 仁木和久・緩利誠・内海緒香・岩野孝之・富士原紀絵
2. 発表標題 アクティブ・ラーニングにおける「ポジティブ感情」の役割：「拡張・形成理論」
3. 学会等名 第16回子ども学会議（日本子ども学会学術集会）
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kazuhisa Niki, Makoto Yururi, Shoka Utsumi
2. 発表標題 Active Learning Theory based on Brain: Constructive, Motivational, Emotional, Goal-oriented Learning with Intentional Communication
3. 学会等名 Integration of Inter-Disiplinary Research, Education, and Communication 2020（国際学会）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 仁木 和久
2. 発表標題 脳科学とプレイフルラーニング
3. 学会等名 日本子ども学会第15回子ども学術集会（招待講演）
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 仁木 和久、緩利 誠、内海緒香、岩野孝之、富士原紀絵、榊原 洋一
2. 発表標題 "Active Learning on Brain" プロジェクト ～「アクティブ脳」を知り・活かす 脳認知科学プロジェクトの発足～
3. 学会等名 日本子ども学会第15回子ども学術集会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 仁木 和久、緩利 誠、内海緒香、岩野孝之、富士原紀絵、榊原 洋一
2. 発表標題 情報処理の柔軟性と学習発達を支える脳アーキテクチャーの多次元性
3. 学会等名 日本子ども学会第15回子ども学術集会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 内海緒香、宮里暁美、仁木 和久、森永路子、川辺尚子
2. 発表標題 反省的実践家としての保育者の対話と省察： 認定こども園 園内研究会の記録から
3. 学会等名 日本子ども学会第15回子ども学術集会
4. 発表年 2018年



1. 発表者名 Takayuki Iwano, Kosuke Kaida, Kazuhisa Niki
2. 発表標題 REM sleep deprivation alters functional brain connectivity related to amygdala and hippocampus
3. 学会等名 Neuroscience 2018 (国際学会)
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 岩野孝之, 仁木和久, 甲斐田幸佐
2. 発表標題 REM sleep deprivation alters volume of primary visual cortex and superior semilunar lobule of cerebellum
3. 学会等名 第41回日本神経科学大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 山本 哲, 石井 大典, 川口 拓之, 山田 亨, 松田 圭司, 岩野 孝之, 河野 豊
2. 発表標題 1.5T MRI装置を用いた安静時機能的磁気共鳴映像法における撮像条件の検討
3. 学会等名 第21回日本ヒト脳機能マッピング学会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 Kazuhisa Niki, Makoto Yururi, Shoka Utsumi, Takayuki Iwano, Kie Fujiwara
2. 発表標題 Active Learning on Brain: Constructive, Motivational, Emotional, Goal-oriented and Self-Regulated Integrative Learning Theory
3. 学会等名 Cognitive Neuroscience Conference (国際学会)
4. 発表年 2019年

## 〔図書〕 計2件

1. 著者名 佐藤真・安藤福光・緩利誠	4. 発行年 2023年
2. 出版社 ミネルヴァ書房	5. 総ページ数 224
3. 書名 総合的な学習の時間	

1. 著者名 仁木和久	4. 発行年 2020年
2. 出版社 朝倉書店	5. 総ページ数 12
3. 書名 知っておきたい現在の医工学計測技術 ; fMRI	

## 〔産業財産権〕

## 〔その他〕

<p>「アクティブ脳」を知り・活かす 脳認知科学プロジェクトの紹介  <a href="https://www.blog.crn.or.jp/report/02/264.html">https://www.blog.crn.or.jp/report/02/264.html</a>          Understand and Utilize the "Enactive Brain"  <a href="https://www.childresearch.net/papers/new/2019_04.html">https://www.childresearch.net/papers/new/2019_04.html</a>          「アクティブ脳」を知り・活かす 脳認知科学プロジェクトの紹介(中国語版)  <a href="https://www.crn.net.cn/research/kodomo/20200218_001494.html">https://www.crn.net.cn/research/kodomo/20200218_001494.html</a>          われわれの幸福のための中等教育カリキュラムの共創  <a href="https://www.openaccessgovernment.org/co-creating-a-secondary-education-curriculum-for-our-well-being/110538/?fbclid=IwAR3Hr2gVxftG6bvxx8yYgQeCiQ-kCWRbZr_iRJeFalLuXWf478WA61pYg">https://www.openaccessgovernment.org/co-creating-a-secondary-education-curriculum-for-our-well-being/110538/?fbclid=IwAR3Hr2gVxftG6bvxx8yYgQeCiQ-kCWRbZr_iRJeFalLuXWf478WA61pYg</a></p>
--

## 6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分担 者	緩利 誠  (Yururi Makoto)  (80509406)	昭和女子大学・生活機構研究科・准教授   (32623)	

6. 研究組織（つづき）

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	安藤 寿康  (Ando Jukou)  (30193105)	慶應義塾大学・文学部（三田）・教授    (32612)	
研究分担者	岩野 孝之  (Iwano Takayuki)  (80415645)	国立研究開発法人産業技術総合研究所・情報・人間工学領域・研究員    (82626)	
研究分担者	内海 緒香  (Utsumi Syoka)  (60735306)	お茶の水女子大学・人間発達教育科学研究所・特任講師    (12611)	

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究協力者	羅 勁  (Luo Jing)		

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関