

Title	知識創造場の設計と評価
Author(s)	中森, 義輝
Citation	知識創造場論集, 1(1): 1-26
Issue Date	2004-11
Type	Research Paper
Text version	publ isher
URL	http://hdl.handle.net/10119/5083
Rights	
Description	北陸先端科学技術大学院大学 21世紀COE プログラム 「知識科学に基づく科学技術の創造と実践」

知識創造場論集

第1巻 第1号

目次 1

知識創造場の設計と評価

中森 義輝 知識科学研究科 教授 2

2004年11月

北陸先端科学技術大学院大学 科学技術開発戦略センター





The 21st century COE program in JAIST

INDEX

目次..... 1

知識創造場の設計と評価

中森 義輝 知識科学研究科 教授 2

知識創造場の設計と評価

中森義輝

北陸先端科学技術大学院大学

知識科学研究科・教授



1 はじめに

北陸先端科学技術大学院大学における文部科学省21世紀COE（Center of Excellence）プログラム「知識科学に基づく科学技術の創造と実践（Technology Creation Based on Knowledge Science: Theory and Practice）」の重点課題の一つは、科学技術を創造する「場」としての大学院研究室と周辺環境を設計・整備・評価することである。ただし、ここでいう「場」とは、物理学的空間ではなく、知識を体得・体現できる時間・場所・人々・文脈などの総体を意味する。

本拠点プログラムの基盤には、知識創造のプロセスをモデル化し知識のマネジメントに関する研究を行う「知識科学」という学問領域が存在し、研究科としては、世界で唯一、北陸先端科学技術大学院大学に知識科学研究科が設立されている。同研究科の成果として、経営学領域における知識変換理論、知識体系化法、創造性開発法等、知識のマネジメントに関する数多くの研究成果が生まれつつある。

しかし、これからの「知識科学」は、経営学のみならず学問領域の壁を超えて、特に我が国においては重点科学分野（バイオ、ナノテク、環境、情報）の研究者に受け入れられ、実践され、創造的成果を理論的に生み出さなければならない。そのためには、科学技術研究における知識創造理論（共感⇒概念⇒結合⇒具現）の開発と実践を行う「場」が必要である。これが、本拠点プログラム提案の問題意識である。

本稿においては、知識を情報と区別するものは何か、ということについて考察することからはじめる。それによれば、知識科学への経営科学からと情報科学からの2つのアプローチが存在する必然性が明らかになる。さらに、これらを融合する方法論としてシステム科学を加えて「知識科学研究科」が設立された経緯を紹介する。つぎに、拠点プログラムにおける研究と教育の目標について紹介し、さらに、拠点形成推進のために開発中のシステム方法論を解説する。

野中郁次郎氏は「知識創造場」を「知識創造のプロセスにおいて共有され再定義される動的な文脈」と定義している。本稿では、この定義の曖昧さ、あるいは奥深さ、多様性、自由度がもたらす功罪について考察し、システム概念による「知識創造場」の設計の必要性を強調する。知識マネジメントに全体論的視点を導入し、システム化のための概念的枠組みを提案する。最後に、システム概念による「知識創造場」の評価について考察し、予備的な調査を報告する。

2 知識科学

知識科学が扱う「知識」は、情報科学が扱ってきた「知識」よりもはるかに豊かで深いものである。情報科学においては「知識」を形式化（デジタル化）する必要があるため、そこで扱う「知識」には、客観性、再現性、一貫性などの性質が要求される。一方、知識科学においては、うまく表現し伝達できない経験に基づく知識、洞察に基づく知識、知恵に基づく知識までも扱わねばならない。

2.1 情報と知識

さて、知識の定義は実践のレベルから概念、哲学のレベルまで多岐にわたる[1]。たとえば、(A) 知識とは問題解決に応用できるように組織化された情報である[2]、(B) 知識とは問題解決や意思決定に応用できるように組織化され、分析された情報である[3]、(C) 知識とは行動、問題解決、意思決定、学習、教育を可能とする情報やデータに関する論考である[4]。これらの定義においてはデータ、情報、知識の明確な区別が要求されることから、多くの著者が区別を試みている[5][6]。また、知識自身の分類も試みられている。たとえば、野中・竹内[7]は知識創造においては暗黙知と形式知の相互の変換が重要であると示唆している。ここで、情報と知識の関係について考察しよう。それぞれ以下のような2つの意味を持っている。

情報 (information) ———

- ◆ 文字、記号、音声などにより伝達される知識
- ◆ 意思決定に役に立つように整理されたデータ

知識 (knowledge) ———

- ◆ 個人的あるいは社会的に記憶された認識
- ◆ 客観的妥当性のある判断あるいは判断の体系

情報と知識の間に明確な区分はない。時と場合、人に依存する相対的な概念である。すなわち、時と場合、人を固定すれば、それらは異なるものであり、互いに変換されるものである。この変換を引き起こすエネルギーはどこから来るのであろうか。ここでは、それを知能と呼ぼう。知能にはいくつかの定義があるが、ここでは以下の2つの意味に注目する。

知能 (intelligence) ———

- ◆ ものごとを理解・学習する組織・個人の能力
- ◆ ものごとを理解・学習するコンピュータの能力

人々はある目的でデータと知識を情報に変換する。また、データと情報に基づいて新しい知識を創造する。これらの変換や創造には、既存の知識と、知能と呼ばれる能力が必要である。知識科学はこれらの能力を高める哲学、方法論、手法に関係する新しい学問領域である。上記の知能の定義から明らかなように、現在までに主として2つの知識科学へのアプローチがある。経営科学からのアプローチと、情報科学からのアプローチである。知識科学研究科はこれらを統合する役割を持つシステム科学を3つ目の学問分野として構成されている。

2.2 経営科学からのアプローチ

近年の経営手法としてのナレッジ・マネジメントは野中郁次郎氏の「組織的知識創造理論」に大きく依拠している。野中・竹内[7]は、知識は暗黙知と形式知の相互作用を通じて創造されるものであるとし、知識変換の4つのモードを提案している。

共同化 (socialization) : 経験を分かち合うことによって、メンタル・モデルや技能のような暗黙知を共有していくプロセス

表出化 (externalization) : メタファー(比喩)、アナロジー(類似)、コンセプト(概念)、仮説、モデルなどの形をとりながら、暗黙知を形式知に変換するプロセス

連結化 (combination) : 異なる形式知を組み合わせることによって、上述の概念群を知識システムへと体系化するプロセス

内面化 (internalization) : 行動による学習 (learning by doing) を通じて、形式知を暗黙知に具現化するプロセス

野中ら[8]は、この4つのモードに対応して、知識を創造するダイナミックなコミュニティを構成するものとして、4つのタイプの「場」を提案している。

体系化場 : 個人間の直接的な相互作用によって、経験、感情、メンタル・モデルなどが共有される。

対話場 : 集団間の直接的な相互作用によって、個人のメンタル・モデルや技能が共有され、それらが共通の言葉で概念として明確化される。

システム場 : 集団間の間接的な相互作用によって、存在する形式知を結合するための文脈、条件を提供する。

実践場 : 個人間の間接的な相互作用によって、形式知を内面化するための文脈、条件を提供する。

この野中理論こそが知識科学研究科設立の契機となったのであるが、知識科学研究科では、知識創造理論の更なる深化と広がりを目指して以下のようなテーマに取り組んでいる。

- ◆ 組織の内部に存在する知識の実体とその創造・移転・転化・更新のプロセスの多角的な方法論による究明
- ◆ 意思決定の方法論及び決定の質の規定要因のコンピュータ解析や事例研究などの様々な手法による究明
- ◆ 社会的知識の創造・移転・転化・更新のプロセスの研究並びにその共有を円滑化するシステムの構築
- ◆ 研究開発や技術開発で生じる組織ダイナミクスと意思決定の問題の研究並びにそれを支援するシステムの構築

2.3 情報科学からのアプローチ

日本学術会議・情報工学研究連絡委員会・第15期（1991年7月～1994年6月）における「知識科学体系化」作業部会による「知識科学の体系とカリキュラム」最終報告書（1995年1月31日）の骨子を以下に記載する。

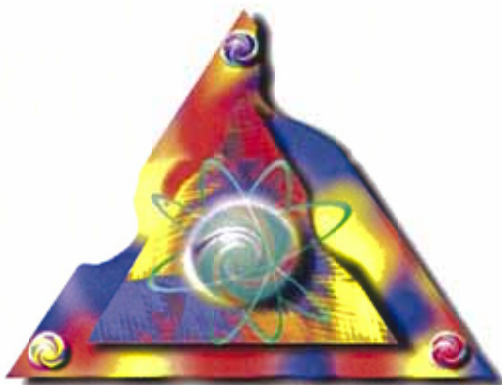
情報工学は、人間の心理や生理など生命科学の諸分野のみならず、人間の感性、知性、思想等に関連するところが多く、広く経済、政治、文化など社会科学や人文科学の諸分野をも基盤としている、という認識には立っているものの、直接的にはコンピュータのハードウェア、ソフトウェア及びその応用に関する学問、すなわち、コンピュータ・サイエンスとして議論が展開されている。

情報は本来人間活動のあらゆる側面に付随するものであるが、物質やエネルギーといった概念と異なり、直接感じにくいことと、広がりが多いことから概念化が遅れていた。コンピュータの出現はその概念化に大きく貢献したが、科学技術の対象としての情報の範囲をコンピュータ周辺に限定するという結果をもたらした。情報工学の体系化を論じる立場からは、この範囲を拡大し、生命科学、社会科学、人文科学にまたがる本来の情報の体系、いわゆるインフォメーション・システムに近づける必要がある。

広域にわたる情報技術を体系化するには、基本的な概念を中心に置き、それとの関連で他の概念を位置づけていくのが最もわかりやすい。その基本概念を「知識」とする。「知識」は知能と深く関わっているが、特に記号的あるいは非記号的に表現された知識を扱う知識科学は、従来の情報技術とは一線を画すものとして発展し、効果も挙げはじめている。この技術を体系化することは重要な課題である。

この見解によれば、人工知能の分野で開発されたすべての技術は知識科学の方法ということになる。「知能」の2つ目の定義を思い出してみよう。それは、ものごとを直感的・自動的に考察し理解する能力である。ここに、情報科学の立場からの知識科学へのアプローチが存在する根拠がある。知識科学研究科においては以下のようなトピックスを扱っている。

- ◆ 知識創造や知識伝達（コミュニケーション）のプロセスの究明や、大規模データベース、大規模言語データベースからの知識発見とその原理・方法論の研究
- ◆ 知識ベース管理機能や自己組織化機能を持つ進化型知識システム構築の基礎となる原理や方法論の研究
- ◆ 概念の階層関係、抽象化、具体化等を基にした概念形成につながる知識構造論と知識の表現・利用や知識獲得の原理や方法論の研究
- ◆ 知識ベース構築やネットワーク環境構築の原理及びその応用並びに知識社会にふさわしい創造性開発支援システムなどの研究



知識科学研究科のシンボルマーク

3つの分野が融合あるいは補完しあって新しい学問分野を開拓するという意味が込められている。

2.4 システム科学による統合

上述の2つのアプローチを統合し、新しい学問領域を確立しようとするのは自然な考え方である。そして、北陸先端科学技術大学院大学に1998年知識科学研究科が設立された。このような学際的な学部や研究科が設立されるのは初めてのことでない。しかし、それらの多くは、必ずしも成功しているとは言えない。成功のためには何かが必要である。それは、「システム」の考え方を導入することである。しかし、システム科学の分野においても2つの異なる学派が存在する。ハード学派とソフト学派である。それらは、情報科学と経営科学に対応する。さらに何かが必要である。

現在の多くのシステム思想家は方法論的多元主義あるいは相互補完主義[9]に賛成するであろう。多元主義が意味するところは、複雑性を研究し処理するためには、広い範囲の異質の方法論的仕掛けを開発し利用する必要がある、ということである。相互補完主義が示唆することは、人間の直面する問題にはハードな側面とソフトな側面が混在しているので、上記の仕掛けを選択的に使用すべきである、ということである[10]。

筆者は、イギリスと中国のシステム思想家には主張に差異があることに注目している。イギリスのシステム研究者が相互補完主義を主張するのに対して、中国のシステム研究者は、しばしば統合あるいは融合を口にする。ここに、西洋と東洋のものの考え方の違いを見ることができる。筆者も東洋人として、知識を扱うシステム方法論は、補完的方法論の集合ではなく、異なる方法論の融合である、と考えたいが。知識科学研究科におけるシステム科学関係の研究テーマは以下のとおりである。

- ◆ 科学的、技術的、社会的要因を含む大規模な複合システムを、システム・制御論的なアプローチによって解決していく原理や方法論、応用に関する研究
- ◆ 知能のモデル化や遺伝的アルゴリズムの新たな展開を目指す知識システムの構築や、それに基づく知能や感性、進化のメカニズムの基本原理の究明とその応用
- ◆ 計量学的分析法及びシミュレーション技法等を追及し、膨大な知識データベースから本質的な知識を発見していく知識システムを構築するための基本原理の究明とその応用
- ◆ カオスやフラクタル等の複雑系解析論及び複雑系における諸現象をシミュレーション解析し、大規模複雑なシステムの予測や制御にフィードバックするための原理や方法論の研究

3 拠点形成に向けて

上述のように、北陸先端科学技術大学院大学においては、世界に先駆けて知識科学研究科が活動を開始し、知識と価値を創造するメカニズムの探求を深化させてきた。これらの成果は経営学分野に限られているが、科学技術創造立国を目指す我が国においては特に、自然科学分野における「知識科学」の貢献が強く求められている。「知識科学」を基盤概念として理論面において科学技術開発を推進する人材（知のコーディネータ）と、その理論に基づき実践面において科学技術重点分野における研究開発を組織的に実施できる人材（知のクリエイター）の育成が急務である。本節では、そのような知識科学に基づく新しい科学技術人材育成の実践例を紹介する。

3.1 卓越の拠点として生きる

21世紀COEプログラムは、「大学の構造改革の方針」（平成13年6月）に基づき、平成14年度から文部科学省に新規事業として「研究拠点形成費補助金」が措置されたものである。わが国の大学が、世界トップレベルの大学と伍して教育及び研究活動を行っていくためには、第三者評価に基づく競争原理により競争的環境を一層醸成し、国公私を通じた大学間の競い合いがより活発に行われることが重要であるとして措置されたものである。このプログラムは、わが国の大学に世界最高水準の研究教育拠点を形成し、研究水準の向上と世界をリードする創造的な人材育成を図るため、重点的な支援を行い、もって、国際競争力のある個性輝く大学づくりを推進することを目的としている。

知識科学は、今の日本に最も必要とされている知識創造のプロセス・モデル・方法論を確立する学問。しかし、日本的な評価では、このような方法論はそれ自体では評価をされず、良い成果が複数生れたり、すばらしい成果を得たときに初めて評価される。したがって、実践を伴わない理論を繰り返し提言しても、世間から相手にしてもらえない。

本拠点プログラムでは、世界に類のない知識科学という研究科を有しているという強みを活かした形での、教育・研究を行う。ハイテク技術を知識科学により成功せしめるというプログラムはユニークな取組みである。また、本拠点プログラムで育成しようとしている人材は、研究開発人材としてどの企業も必要とする人材像である。このような人材が集結し、JAISTで研鑽を積み、研究職または企業へ就職／帰社して活躍できるべく教育することが、第一の目的である。

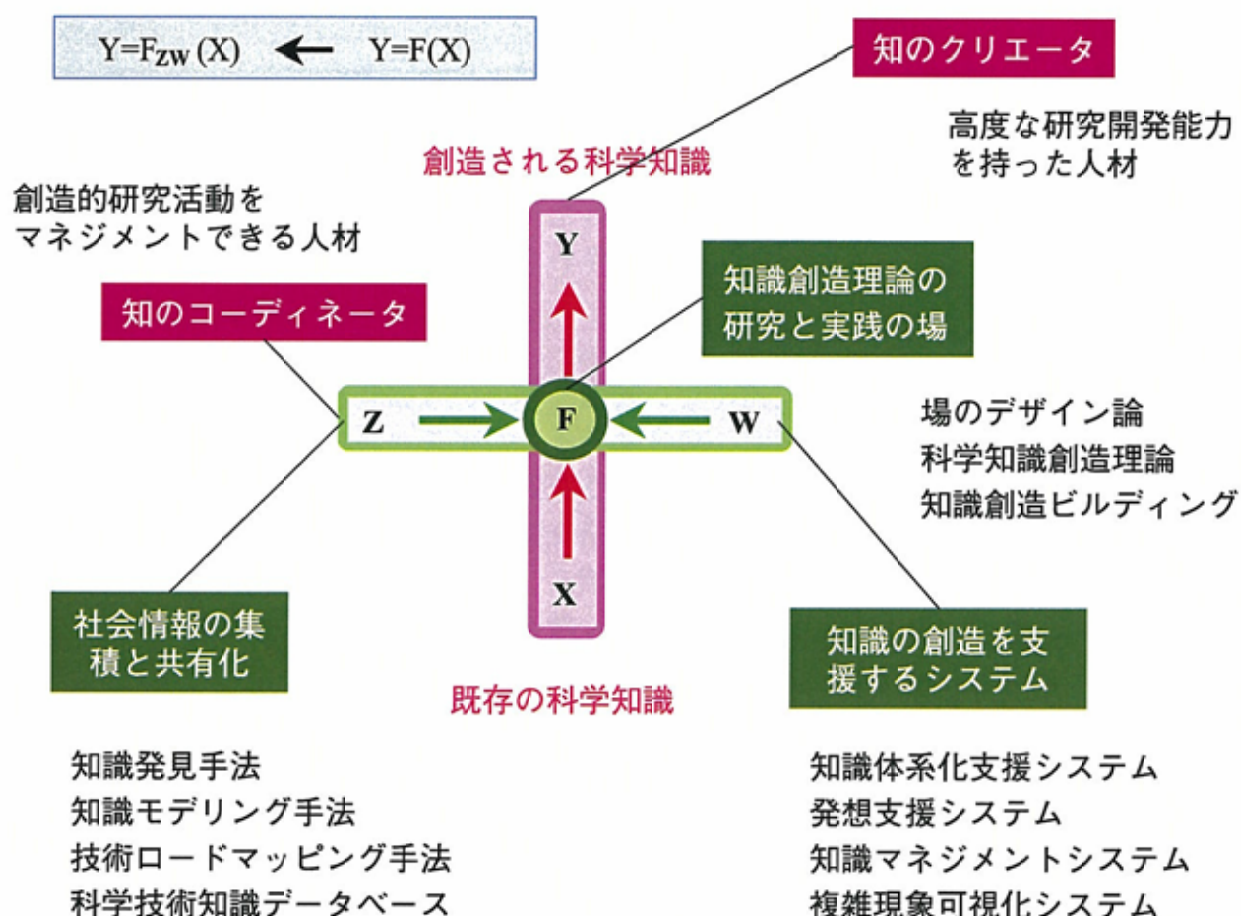
科学知識創造学の確立という前人未到の試みに邁進するJAISTにとって必要とする高感度・高スキル人材を集めることは何をもってしても優先すべき課題である。

知識科学研究科・技術経営(MOT)コース第一期生の皆さんの意見

3.2 理論研究と実践の場

本学では、平成15年度下期より学外から継続的に知的エネルギーを投入するために、国内外の研究機関、行政、企業との連携拠点として「科学技術開発戦略センター」を設立した。同時に学内における知識創造の理論研究と実践の場として、異分野の相乗効果が存分に発揮される研究科横断型の研究教育システム構築を進めている。この研究教育システムにより科学知識が持続的かつ組織的に創造されれば、重点研究領域の設定や研究推進の方法についての先進的モデルを提供でき、大学、研究機関、企業等における研究開発マネジメントにも大きな影響を与えることが期待される。

これまで多くの大学において学際領域と呼ばれる研究科や、文理融合を標榜する研究科が設立されてきた。しかし、融合を推進する理論と実践が伴わなければ創造的研究成果は生まれない。本学においては、知識創造理論研究と実践の場を異分野の研究者と大学院生の協働により実現し、科学知識創造に結び付けようとする点に独自性を打ち出そうと試みている。その前提として本学知識科学研究科では、知識の創造を支援するシステムや社会情報の集積・共有化に関する研究を行っている。この点で「知のコーディネータ」を育成する基盤が整っている。また本学材料科学研究科と情報科学研究科では、先端科学技術プロジェクトに基づく世界水準の研究教育を実施しており「知のクリエイタ」を育成する基盤を有する。



本拠点プログラムは、各研究科から選抜された教員により構成される研究科横断プロジェクトにより、異分野融合型研究を強力に推進する点で、従来の組織とは一線を画している。こうした新しい試みの成果は、理論研究の成果としての方法論・手法群、収集・体系化するデータ・情報・モデル群、創造支援システム群、及び実践の結果として創造される科学技術群である。特に期待される最大の成果は、理論研究と実践の場において、本プログラムに参加する本学メンバー全員の協働によって確立される科学知識創造理論である：

- ◆ 社会情報の集積・共有化：知識発見手法、知識モデリング手法、技術ロードマッピング手法、科学技術知識データベース
- ◆ 知識の創造を支援するシステム：知識体系化支援システム、発想支援システム、知識マネジメントシステム、複雑現象可視化システム
- ◆ 創造される科学知識：生体機能の応用技術、超分子バイオマテリアル技術、有用蛋白質の応用技術、高機能特性を示す物質、環境汚染対策技術、省エネ型プラスチック、機能性伝導体技術、高度感性情報技術、高信頼性ソフトウェア、超高速分散ネットワーク
- ◆ 知識創造理論の研究と実践の場：場のデザイン論、科学知識創造理論、知識創造ビルディング

教育の成果は、本拠点と、本拠点が中心となって設立する「研究科横断プログラム：統合科学技術コース（仮称）」並びに科学技術開発戦略センターにおける教育プログラムによって継続的・波及的に育つ人材である。

社会人に対しては、前述の科学知識創造理論に基づく再教育と本学における先端基礎研究経験を通して所定の単位を取得せしめ最終的に知識科学の学位を授けることを目指す。こうした社会人院生は北陸地域在住者を対象として金沢市内並びに富山市内にサテライトキャンパスを新設して実施する計画を平成16年度内の実現を目指して推進中である。また共同研究と連動した企業派遣院生も積極的に受け入れていく予定である。

現役大学院生（本学に設置されている3研究科：知識科学研究科、材料科学研究科、情報科学研究科から選抜する予定）に対しては企業等外部研究機関の研究現場におけるインターンシップ、並びに、文系院生には知識創造理論に基づく理系教育、理系院生には同様に知識創造理論に基づく文系教育のダブルメジャー教育を授ける。

近年こうしたダブルメジャー教育は知識社会の構築に必須の課題と見なされてきたが現実には極めて困難な課題であった。しかし本学においては、この困難な課題に、前述の科学知識創造理論を基盤として挑戦していく所存である。

3.3 研究教育プロジェクト

本拠点プログラムにおいては、知識科学の理論研究の推進、知識科学の方法論を取り入れた材料科学、情報科学における技術開発に加え、戦略センターではプロジェクト管理、社会連携、国際ネットワーク、分野横断型教育システムに関する研究を強力に推進している。まず、知識科学研究科及び情報科学研究科における理論研究プロジェクトは以下のとおりである。

【知識体系化グループ】

- ◆システム方法論によるナレッジ・マネジメント
- ◆科学データベースからの科学知識創造

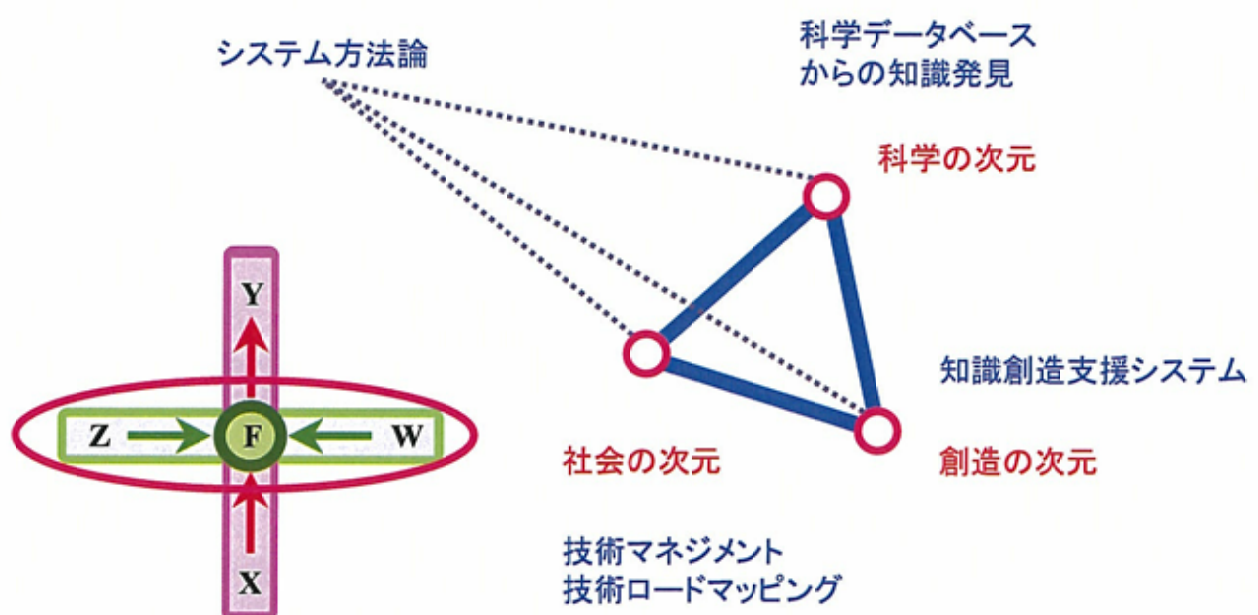
【技術経営・知識経営グループ】

- ◆技術マネジメント・技術ロードマッピング
- ◆研究開発機関におけるコンセプト創造プロセスの評価指標開発

【情報科学・知識創造支援グループ】

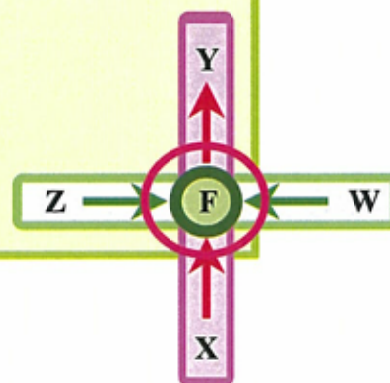
- ◆知識創造支援システムの開発
- ◆情報ソムリエ教育－工・芸の融合の深い感性新文化を目指して

知識科学・重点プロジェクト



理論研究と実践研究の融合を図るために科学技術開発戦略センターにおいて以下のようなプロジェクト、及び業務を推進している。

研究開発コーディネーションの条件と知識ミニマムに関する研究
国際ネットワーク構築・ナレッジマップ作成
多様な知識の表現と統合の方法論
研究室ナレッジマネジメント方法論
ナレッジマネジメント情報基盤
研究科横断教育システムの開発
産学連携・地域貢献



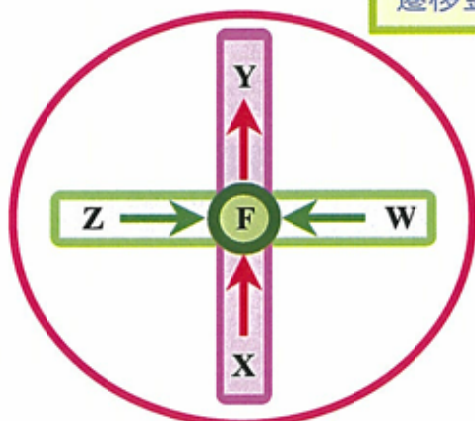
分野横断型プロジェクトを以下に列挙する。これらは本拠点プログラムのメインテーマである「知識科学に基づく科学技術の創造と実践」の主力部隊であり、「知識創造場」の設計と評価という本稿が取り扱っている研究成果を必要としている。

【バイオテクノロジーグループ】

知識創造理論を活用した先端バイオ研究
超分子バイオマテリアルに関する戦略的知識創造研究

【機能・環境グループ】

ナノ材料をモデルとする科学技術開発戦略理論の創造実験
遷移金属触媒反応研究における科学技術戦略



本稿は、上記のプロジェクトのうち、知識科学プロジェクト「システム方法論によるナレッジ・マネジメント」と、戦略センタープロジェクト「研究室ナレッジマネジメント方法論」における議論に基づいて開発している「知識創造場の設計法とその評価法」に関する中間報告に対応している。

4 知識創造の場

遠山・野中[11]は、知識創造のプロセスにおいて共有され再定義される動的な文脈を「場」と呼んでいる。「場」とは物理的な空間だけを意味するわけではなく、インターネットによるヴァーチャルな空間や、同じ経験の共有、同じアイデアの共有といったよりメンタルな空間を含む。野中らは、「場」を「人間存在の基盤となる時空間を含む場所性の概念」と捉えている。知識というものは、それが独立して存在しうるものではなく、つねに人々によって共有される文脈としての「場」に埋め込まれた形でしか存在しえない。したがって、効果的な知識創造を行なうためには、その知識の存在基盤となる「場」を創っていくことが求められる。「場」は知識創造プロセスにエネルギーを与え、生み出される知識の質を決定する。

本節では、「場」の概念をシステム論により再構築することを試みる。

◆◆◆ 知識創造場の設計と評価に関する研究 ◆◆◆

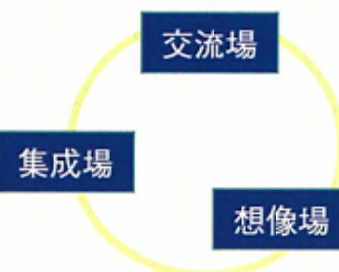
Contents

ミスター・ナレッジ：野中郁次郎氏による「知識創造場」

知識創造のプロセスにおいて共有され再定義される動的な文脈
定義の曖昧さ（奥深さ、多様性、自由度）がもたらす功罪とは

システム概念による「知識創造場」のデザイン

知識マネジメントに全体論的視点を導入する
システム化のための概念的枠組みを設定する



システム概念による「知識創造場」の評価

要素の評価＝システム要素（インフラ、アクター、情報）の性能
創発の評価＝要素間の相互作用の結果としてのアウトプット評価

遠山・野中[11]は、知識創造に結びつく「よい場」の条件として以下のものを挙げている。

1. 独自の意図、目的、方向性、使命等を持った自己組織化された場所。
2. 参加者のコミットメントが存在する（場の目的にコミットし、場において生起するイベントに積極的に関与する）。
3. 内部からと外部からの2つの視点を同時にもたらす。
4. 参加者が直接経験をすることができる。
5. 物事の本質に関する対話が行なわれる。
6. 境界が開かれている（参加者が自由に出入りし、共有された文脈が絶えず変化していく）。
7. 形式知を実践を通じて自己に体化することができる実践の場。
8. 異種混合が行なわれる。
9. 即興的な相互作用が行なわれる。

4.1 「場」概念の再考

「場」という言葉を学術用語として使用するためには、人々が「場」について共通の認識を持つに至らなければならない。しかるに、学術用語としての「場」は現在に至るまでそのように定義されているとは思えない。それは、「場」という日本語の単語が英語などの外国語に翻訳できないでいることから示唆される。しかし一方では、明確に定義しないからこそ、立場や考え方の異なる多くの人々に共感を持って受け入れられているゆえんである、という解釈が可能である。「場」という単語の持つ奥深さと多様性、それらを認識しつつ、各自は「場」の内容と境界を自由に定めることが許される。この自由度は、「知識マネジメント」という方法論を発展・普及させる上で、極めて重要な要件であったと思われる。しかし、「知識科学」という学問体系を構築する上では、その体系における「場」という用語に対して、人々がその概念を共有できなければならない。

「システム」という学術用語も、過去半世紀以上にわたって何度も再定義されてきた。この言葉は「場」と同様、異なる学問分野において共通の概念を提供する。しかし、各学問分野に特有の複雑性との関係で、学問分野ごとに定義しておく必要があり、またそれが可能な用語であった。チェックランド[12]による定義は、「システムとは、階層構造と創発特性を有し、通信と制御の機能を待ち、変化する環境に対して生存し続けることができる総体」である。日常用語としての「システム」との混乱を避けるために、チェックランドは「ホロン」という用語を充てるべきであったと述懐している。

野中らは、「よい場」の条件として、独自の意図、目的、方向性、使命等を持った自己組織化された場所であること、境界が開かれていること、相互作用が行われること、などシステム概念そのものを挙げている。さらに、メンバーの意欲、飛び交う情報の内容に言及している。チェックランドの「システム」と野中の「場」は、同じことを言おうとしているのかもしれない。

4.2 システム概念による「場」の再定義

知識科学における「システム」はいかなる定義が望ましいであろうか。知識科学においては、科学的知識のみならず、経験や洞察に基づく主観的知識を取り扱うことから、知識科学におけるシステムには、関与する人々と、関与者達が持つ知識、知識化される前のデータや情報が含まれる必要がある。創発は多様な知識、特に異分野の知識の融合によって新たな知識が生まれること、と考えることが自然である。

人間や情報を含めた複雑な総体をシステムとして認識することは可能である。しかし、認識したシステムは実在そのものではない。このような総体は、主体によって異なるシステムとして認識されざるを得ない複雑性、多様性を持っているからである。このようなシステムをソフトシステムと呼ぼう。チェックランドの「システム」の定義はソフトシステムを意識したものであり、野中郁次郎氏の「場」と共通した哲学的背景を有している、と考えられる。

そこで、操作可能性と概念の共有可能性を高めるために、次の図式を導入する。

$$\text{場 (ソフトシステム)} = \text{インフラ (ハードシステム)} + \text{アクター} + \text{情報}$$

場のインフラとして、人間を含まないハードシステムを設計・構築する。これは、場所、ルール、情報インフラなどを含む実在のシステムを設計・構築することであり、エンジニアリングである。その上に、どのような人々を投入すべきか、どのような情報を投入すべきか、というソーシャルサイエンスを被せるという構図である。システムには物質やエネルギーの投入が必要であるが、それらはインフラが兼ね備えるべきものとして織り込み済みであるとする。これらすべてを設計する理論を「場のデザイン論」と呼び、科学技術開発の現場に適用すれば、これこそが我々の目指す「科学知識創造理論」である。

「よい場」であるためには、その要素であるインフラ、関与者、情報の相互作用により、独自の意図、目的、方向性、使命等を持った自己組織化された時空間となる必要がある。したがって、相互作用を意識して

$$\text{場 (ソフトシステム)} = \text{インフラ (ハードシステム)} \times \text{アクター} \times \text{情報}$$

と記述することもできよう。ここでは、システム概念により以下のように整理する。

$$\text{場 (ソフトシステム)} = \{\text{要素の集合、関係の集合、特性の集合}\}$$

- ◆ 要素の集合 = {インフラ、アクター、情報}
- ◆ 特性の集合 = {創発、階層、通信、制御、...}
- ◆ 関係の集合 = 複雑 (この探求が課題)

関係を整理するために、全体論的視点・システム化のための概念的枠組みを導入する必要がある。

4.3 知識を統合し創造するシステム

ここでは、異なるタイプの知識を統合・管理し、また新しい知識を創造するシステムについて考察する。これは、「正当化された真なる信念」あるいは「システミックな知識」を創造するための知識科学における一つの研究である。この研究は、自然科学と社会科学のアプローチを相互補完的に利用する。物理法則、データ解析手法などを駆使した科学的分析手法、大規模なコンピュータ・シミュレーションという情報科学の手法、組織や社会の構成員のパートナーシップ形成に関する社会科学的手法、及びそれらを総合的に管理するシステム科学的手法を有機的に用いる方法論である。

この方法論の目的は、統計的データと個々の人間の持つ断片的知識を組み合わせ、誰も持っていない知識を導出することである。新しい知識は創発的知識と呼ぶことができるが、明示的に表現することができない暗黙知である。暗黙知でないとなれば、少なくともシステムがそれを持つことになり、誰も持っていない知識という言い方に矛盾する。したがって、創造された暗黙知を形式知に変換するプロセスを我々のシステムは保有していなければならない。これは、プロジェクトのメンバーあるいは問題関与者が知識創造システムの一部を構成することを意味する。すなわち、知識創造システムは参加型システムである。

知識創造システムは5つのサブシステムからなる[13]。ただし、以下に紹介するサブシステムのうち2番目、3番目、4番目のものは、通常それ自体で任務を完了することは難しく、その場合、それらは全体システムと全く同じ構造の下位システムを内包する。

Intervention :

これまで関わっていなかった問題状況に対して行動を起こす。新たな問題を解決するためには、どのような知識が必要であるかについて考察し、以下の3つのサブシステムにそれらの知識を収集することを依頼する。

Intelligence :

ものごとを理解し学ぶ我々の能力を高める。必要なデータと情報を収集し、それらを科学的に分析し、シミュレーションや最適化を図るためのモデルを構築する。

Imagination :

新しいあるいは既存のものごとに関する我々自身のアイデアを作り出す。情報技術を駆使して、部分的な情報に基づいて複雑な現象をシミュレートする。

Involvement :

我々と他の人々の関心や情熱を高める。会議を開催したり、聞き取り調査などにより、人々の知見を収集する。

Integration :

異質の知識を密接に関連するように結合する。上述の3つのサブシステムからのアウトプットの信頼性、正当性を検証する。

4.4 構造－能力－行動パラダイム（戦略センター客員教授 Z. Zhu 氏の見解）

知識は組織や社会において人々によって構成され消費される。他の要因を想定しなければ、この単純な視点自体、社会学者の意図的な支持がなければ知識の一般モデルや知識マネジメントは考えられないことを示唆している。以下のキーワードを導入する。

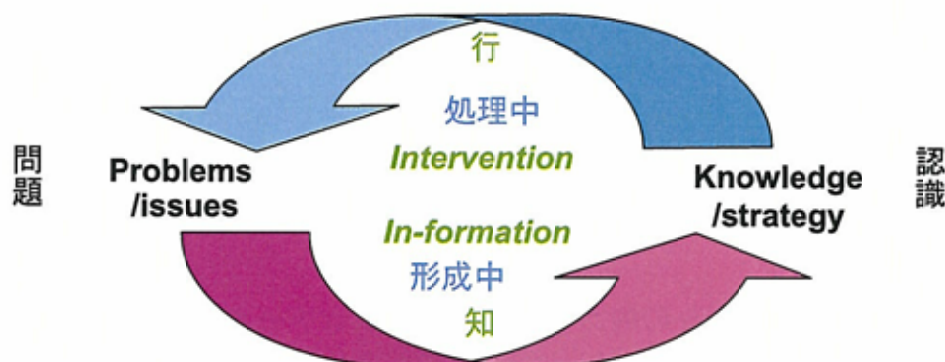
構造 (structure)：全体論的・集合的な文脈、その基本原理であって、人間の行動を制限するとともに助長する。

能力 (agency)：社会的存在であるアクター達が世界を再生産し変換する能力。

構成 (construction)：アクター達が構造と能力を再生産し変換するプロセス。

知識はアクター達によって構成される。ただし、アクター達は社会的構造によって制限されると同時に、行動を促進される。社会的構造は、原理・事象の領域、社会・関係の領域、認識・心理の領域から成る。それぞれの領域においてアクター達に要求される主要な能力は、集合力 (intelligence)、連携力 (involvement)、想像力 (imagination) である。また、それぞれの領域におけるアクター達の行動は、それぞれ慣性的、予見的、評価的なものとなる。

「知ること (integration, or in-formation)」と「行うこと (intervention)」は互いを触発する (知行合一)。これにより、知識は創造され具現化され、さらに社会構造とアクター達の能力にフィードバックされる。



ここでは、社会学者達の我々のシステムへの支持を得るために、構造－能力－行動という理論的枠組みに注目している。関連する理論を以下に簡単に紹介する。

制度論 (Institutional theory; IT) は、複数の組織が非常に良く似た実践あるいは技術を採用するに至るという広く観察される現象に関心を持つ[14]。

構成論 (Structuration theory; ST) は、いわゆる構造－能力という二元論を克服することを意図している。構造と能力は互いに影響を与えながら同時に構成される、と考える[15]。

批判現実論 (Critical realism; CR) においては、構造と能力はともに、いかなる意図的行動に対しても必要条件となる[16]。

アクター・ネットワーク理論 (Actor-network theory; ANT) においては、個人及びグループとしての人々、組織や機関としての施設だけでなく、研究室、機器、コンピュータ・プログラムなどの物質もアクターと考える[17]。

5 場の評価

本節では、前述のシステム概念に基づく3つ場の評価と、システム性能の評価について考察し、予備的な調査により得られた知見を報告する。なお、前節で導入した「原理・事象の領域」、「社会・関係の領域」、「認識・心理の領域」に対応して「集成場」、「交流場」、「想像場」という概念を導入する。

インフラ＝講義室、ゼミ室、実験室
アクター＝教員、学生
知識情報＝経験に基づく知識・情報

交流場 評価基準＝交流能力

インフラ＝図書館、ネットワーク
アクター＝教員、学生
知識情報＝科学的な知識・情報

評価基準＝集成能力

集成場

インフラ＝ブース、寮、喫茶室
アクター＝教員、学生
知識情報＝洞察に基づく知識・情報

評価基準＝想像能力

想像場

社会・関係の領域

興味、感情、信頼、共感

Involvement

Intelligence

原理・事象の領域

客観、論理、経験、知能

Imagination

認識・心理の領域

主観、直感、知恵、記憶

Integration

Action＝知識創造

Intervention

Action＝問題設定

知識：研究成果（創発）と
比較して「場」を評価

問題設定：研究に対して有意
義な「場」を設定する

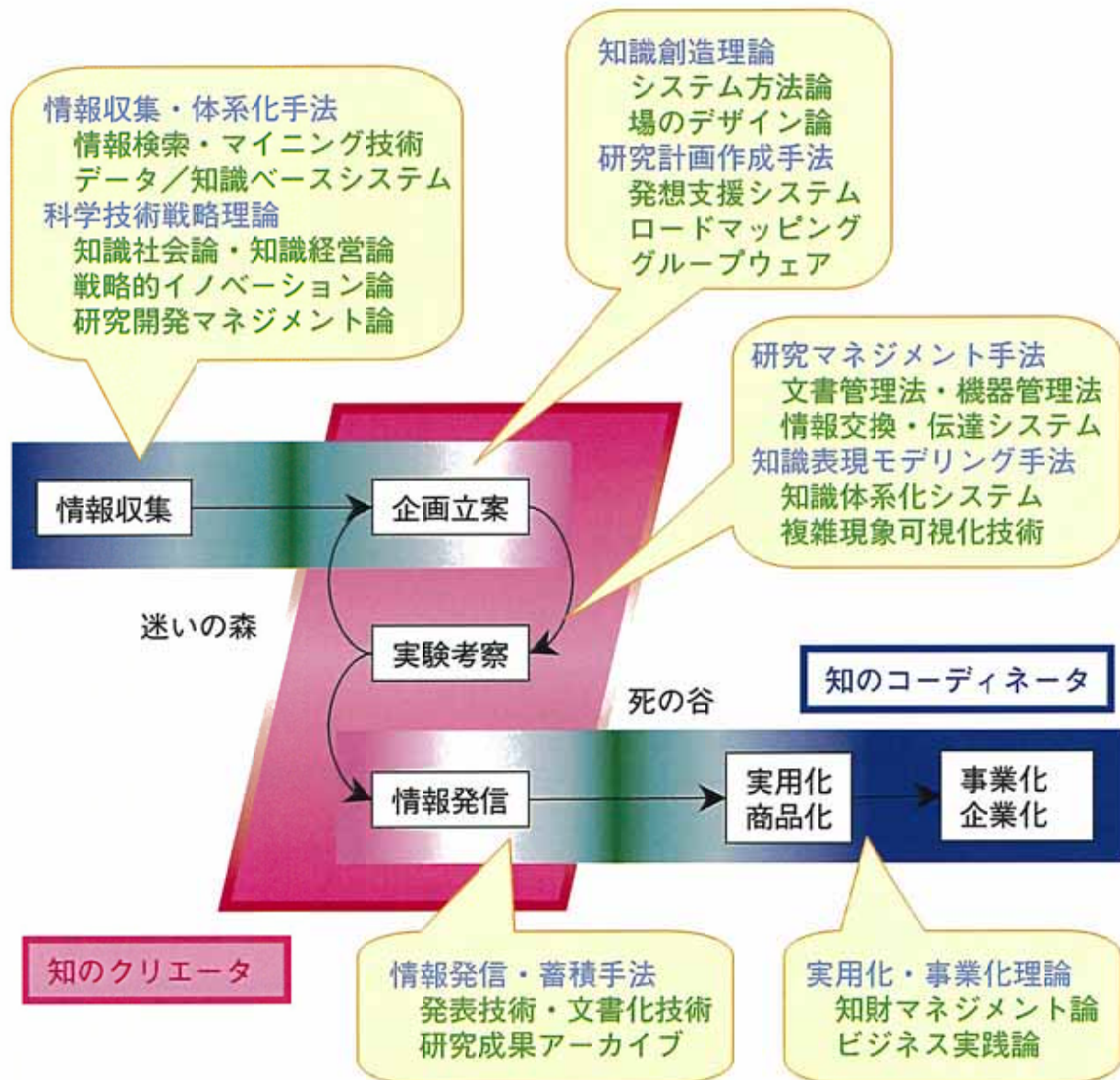
5.1 場の評価の観点

集成場、交流場、想像場の評価はそれぞれ「研究室の知識収集・管理能力」「研究室の知識伝達・伝承能力」「研究室の知識獲得・創造能力」に関する評価である。それぞれ、インフラ、アクター、情報に関する3つの評価項目を設定するが、野中らによる「よい場」の条件と以下のように対応させている（以下では情報を知識情報と記す）。

集成場のインフラ＝境界は開かれているか
集成場のアクター＝意図、目的、方向性、使命等を持っているか
集成場の知識情報＝内部からと外部からの2つの視点を持っているか
交流場のインフラ＝異種混合が行なわれるか
交流場のアクター＝メンバーのコミットメントが存在するか
交流場の知識情報＝物事の本質に関する対話が行なわれるか
想像場のインフラ＝メンバーが直接体験をすることができるか
想像場のアクター＝形式知を実践を通じて自己に体化することができるか
想像場の知識情報＝即興的な相互作用が可能か

また、弓野[18]による「生きる力の育成を目指すための学習設計」の16項目のうち9項目がアクターの能力に対応している。

1. 深い理解と多角的な思考力（集成場のアクター）
2. 創造力（想像場のアクター）
3. リーダーシップとフォロワーシップ（交流場のアクター）
4. 表現力（交流場のアクター）
5. 自己と個性
6. 学習に対する責任感（集成場のアクター）
7. 共感力と支援力（交流場のアクター）
8. 好奇心（集成場のアクター）
9. 勇気
10. 自己効力感
11. 集中力（想像場のアクター）
12. 自主的態度（想像場のアクター）
13. 競争的態度と共同的態度
14. 環境との調和を実践する態度
15. 国際理解教育で伸ばす知識・能力・態度
16. 地域特性及び問題の理解とそれを解決する能力・態度



COEプログラムにおける分野横断型プロジェクト

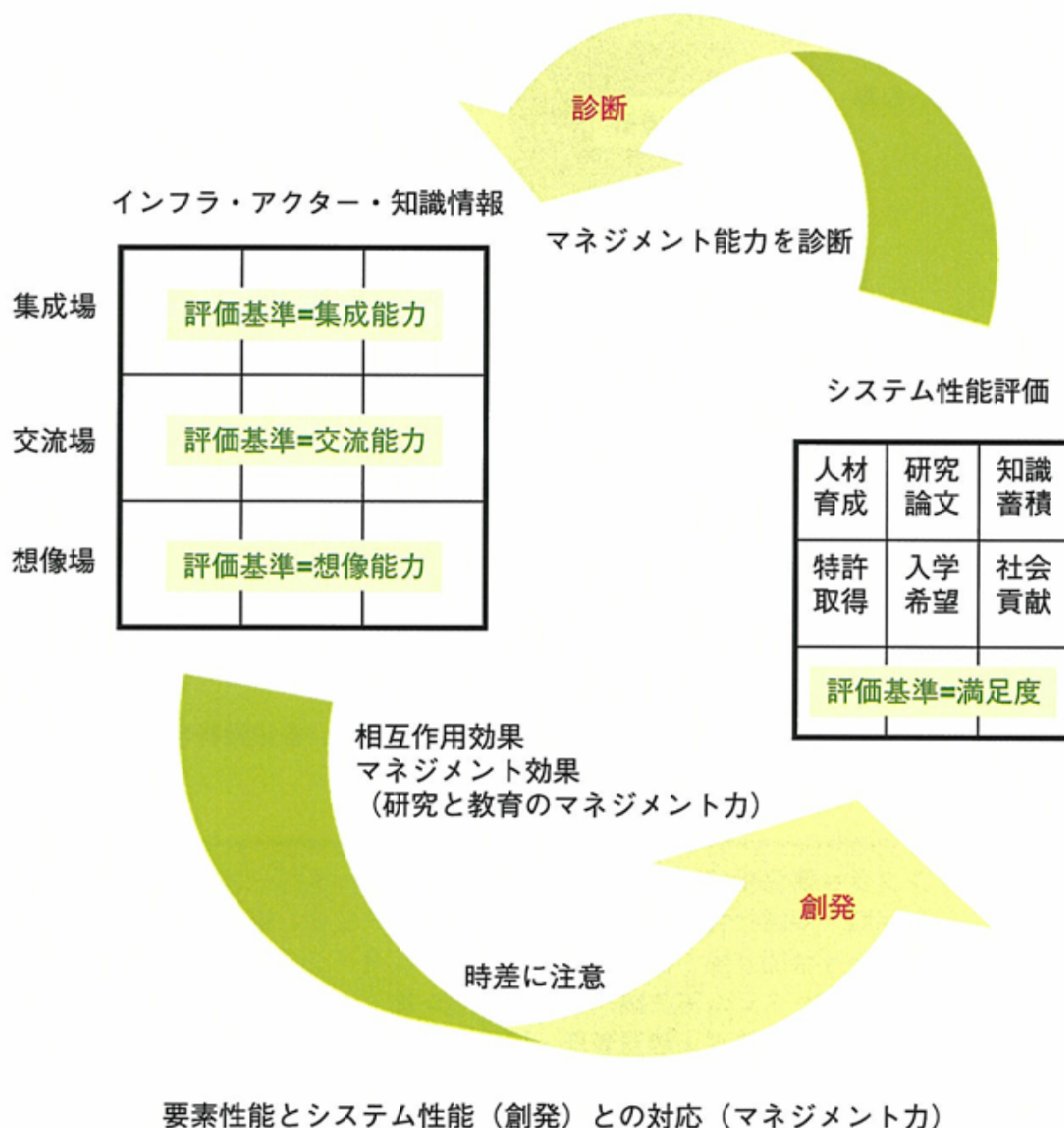
各場のインフラと知識情報はCOEプログラムで投入を図っている知識科学において開発されている情報技術、知識創造理論に対応している。

集成場のインフラ＝情報検索・マイニングシステム、データベース、知識ベース
集成場の知識情報＝知識社会論、知識経営論、イノベーション論、ビジネス実践論
交流場のインフラ＝情報交換・伝達システム、ホームページ
交流場の知識情報＝システム方法論、場のデザイン論
想像場のインフラ＝文書管理・機器管理・可視化システム
想像場の知識情報＝ロードマッピング、発表技術、文書化技術

5.2 評価票

評価票は各場における「インフラ」「アクター」「知識情報」の満足度評価とアウトプットとしての「研究の推進」「メンバーの成長」に関する満足度評価からなる。

現在、JAIST科学技術開発戦略センターと（株）日本能率協会コンサルティングの共同研究として、全国の産学官の研究所において詳しい調査の実施を計画している。本稿の調査票はそのための一つのたたき台として提案しているもので、あくまでも予備的調査のためのものである。以下の分析、考察は本格的調査の結果を待って改正される可能性があることをお断りしておきたい。（著者）



5.2.1 場の評価項目

集成場 研究室の知識収集・管理能力に関する調査

集成場のインフラ

1. 研究に必要な図書・雑誌・文献、実験装置は整備されているか、あるいは、すぐに入手できるか。
2. 教員・先輩の研究論文、ゼミ・実験の記録等は整備されているか。
3. 外部情報の収集システム、ネットワークシステムは完備されているか。

集成場のアクター

1. メンバーは科学や社会に強い関心を持っているか。
2. メンバーは研究室のミッションを理解し、必要な情報収集・管理に努めているか。
3. メンバーは多様な情報を用いて研究開発を実施しているか。

集成場の知識情報

1. 科学技術の現状、研究の動向、学会の傾向、重点領域に関する情報を収集整備しているか。
2. 政策、規制、社会、経済、環境等、研究の発展・制限に関する情報を収集整備しているか。
3. 研究計画・開発マネジメント、知財マネジメントに関する情報を収集整備しているか。

交流場 研究室の知識伝達・伝承能力に関する調査

交流場のインフラ

1. 意見交換の場所（ゼミ室、コラボ、リフレッシュルーム等）は整備されているか。
2. 教育プログラム（研究指導、外部研究者との交流等）は確立されているか。
3. 意見交換システム、グループウェア等は整備されているか。

交流場のアクター

1. リーダーシップは発揮されているか。
2. メンバーは発表能力・コミュニケーション能力を訓練されているか。
3. メンバーは仲間の研究へ関心を持ち、積極的に意見を述べるか。

交流場の知識情報

1. 教員・先輩の経験に基づく研究遂行に関する知識を有効利用しているか。
2. 研究を遂行する上ですぐには必要のない情報が蓄積されているか。
3. 研究生活の動機、生きがい等について対話がなされているか。

想像場

研究室の知識獲得・創造能力に関する調査

想像場のインフラ

1. 一人で熟考できる場所（個室、ブース、喫茶室等）は確保されているか。
2. 実験室、実験器具、コンピュータ、研究費等は満足できるか。
3. 発想支援システム、知識体系化システム等は整備されているか。

想像場のアクター

1. メンバーは知識創造に向って自律的に活動しているか。
2. メンバーの企画力、分析力、問題解決能力は満足できるか。
3. メンバーの忍耐力、持続力、感性、成功に対する意欲は満足できるか。

想像場の知識情報

1. メンバーの創造性・洞察により新たな知識が生まれているか。
2. メンバーの即興的な相互作用により新たな知識が生まれているか。
3. メンバーは企画法、実験法、まとめ方、発表法に関する情報を持っているか。

5.2.2 研究の進捗・成果に関する調査票

- ◆ 研究は予定どおりに進行しているか（計画性、資金面、人材面）
- ◆ 著書・論文、特許は満足なレベルに達したか（量と質）
- ◆ 知識やスキルは蓄積されたか（ライブラリー、アーカイブの構築）
- ◆ 外部と連携は活発になったか（技術移転、製品化、共同研究、人脈）
- ◆ 社会的影響力、認知度は上昇したと思うか（入学希望者、見学者、報道）
- ◆ 研究資金は取りやすくなったと思うか（内部資金、外部資金）
- ◆ 研究室は活性化されてきたと思うか（独創的知識創造、新テーマ創出）
- ◆ 有能な人材が育成されつつあると思うか（次世代リーダー、研究後継者）
- ◆ 研究室運営はうまくいっていると思うか（コミュニケーション、組織的教育）
- ◆ 構成員は幸せだと思うか（満足度、将来性）

5.2.3 構成員の成長に関する評価票

- ◆ 活動力（創造力、好奇心、先見性、実行力）は向上したか
- ◆ 共感力（支援力、表現力、伝達力）は向上したか
- ◆ 持続力（集中力、計画力、将来性）は向上したか
- ◆ 自律力（責任感、自主性、情緒安定性）は向上したか
- ◆ 思考力（分析力、論理性、独創性）は向上したか

5.3 評価データ

材料系研究室の教員による評価データを用いて、場の評価とシステム性能評価との相関係数、場の評価と構成員の成長に関するデータの相関係数を以下に示す。ただし、データが少ないため、統計的に十分意味のあるものではないことに注意する。なお、すべての項目について、満足度を主観的に5段階評価してもらったものである。

場の評価とシステム性能評価との相関係数

	集成場			交流場			想像場		
	インフラ	アクター	知識情報	インフラ	アクター	知識情報	インフラ	アクター	知識情報
・ 研究は予定どおりに進行しているか	0.50	0.72	0.24	0.47	0.57	0.69	0.64	0.19	0.43
・ 著書・論文、特許は満足なレベルに達したか	0.61	0.62	-0.02	0.18	0.43	0.60	0.77	0.02	0.05
・ 知識やスキルは蓄積されたか	0.61	0.82	0.72	0.68	0.68	0.87	0.68	0.75	0.83
・ 外部と連携は活発になったか	0.06	0.27	-0.14	-0.04	0.18	0.16	0.14	-0.29	-0.05
・ 社会的影響力、認知度は上昇したと思うか	0.21	0.12	0.52	0.19	0.42	0.18	0.05	0.43	0.31
・ 研究資金は取りやすくなったと思うか	0.40	0.23	-0.29	-0.48	0.03	0.17	0.47	-0.23	-0.52
・ 研究室は活性化されてきたと思うか	0.50	0.87	0.68	0.33	0.65	0.81	0.56	0.57	0.66
・ 有能な人材が育成されつつあると思うか	0.74	0.76	0.63	0.26	0.74	0.78	0.73	0.60	0.44
・ 研究室運営はうまくいっていると思うか	0.72	0.69	0.09	-0.00	0.43	0.66	0.85	0.16	-0.01
・ 構成員は幸せだと思うか	-0.00	-0.49	-0.68	-0.36	-0.17	-0.45	-0.06	-0.65	-0.79

場の評価と構成員の成長に関するデータの相関係数

	活動力	共感力	持続力	自律力	思考力
集成場インフラ	0.36	0.10	0.77	0.26	0.04
アクター	0.21	0.56	0.85	0.84	0.77
知識情報	-0.28	-0.17	0.68	0.38	0.39
交流場インフラ	-0.62	-0.26	0.23	0.25	-0.12
アクター	-0.28	-0.09	0.59	0.35	0.11
知識情報	0.10	0.36	0.88	0.70	0.55
想像場インフラ	0.30	0.35	0.82	0.45	0.21
アクター	-0.16	-0.18	0.76	0.29	0.26
知識情報	-0.46	-0.03	0.50	0.57	0.45

構成員の成長に関する5つの項目は、後期課程学生・菊池智子さんが研究している「個人のパーソナリティと集団のパフォーマンスの分析」からのものである。心理学においては、性格の5つの因子（外向性、協調性、勤勉性、情緒安定性、知性）について詳しく研究がされている。彼女の研究は、5つの因子に対応する5つの行動能力を定義し、それらがグループメンバーや環境からどのように影響を受けるかを分析・シミュレーションすることである。本稿における調査は、彼女が、材料科学研究科のいくつかの研究室を訪問し、研究インフラや情報によって、研究室の構成員が5つの行動能力面で平均的にどのくらい成長しているかを主観的に5段階評価で回答してもらったものである。上記の表から、JAISTにおいては、よい場があれば一般的に持続力は向上する。また、集成場のアクター、交流場の知識情報、想像場のインフラが重要であることが伺える。

5.4 予備調査の結果

5.4.1 構成員の能力と場の関係

- ◆ 構成員（主として大学院生）の5つの力のうち、持続力が場の良否に線形的に強く関係している。
- ◆ 集成場のアクター、交流場の情報、想像場のインフラが、構成員の成長に線形的に関係している。

5.4.2 教育研究成果と場の関係

- ◆ 知識やスキルの蓄積、研究室の活性化、人材育成の3つは、場の良否に線形的に強く関係している。
- ◆ 集成場のアクター、交流場の情報、想像場のインフラに加え、集成場のインフラ、想像場の情報が、知識やスキルの蓄積、研究室の活性化、人材育成に加え、研究の進捗、組織的教育に線形的に関係している。
- ◆ 外部との連携、社会的影響力の向上、研究資金の取得は、場の良否と線形的には関係していない。これらは教員の努力に関連するものであるから、この結果は納得できる。
- ◆ 構成員の幸福度については、場の良否と反対方向の線形的関係が見られる。特に、集成場のアクターと情報、交流場の情報、想像場のアクターと情報は構成員の幸福度と反対の方向を向いている。先生達は、場を整備すればするほど、特に、知識の収集・交換・創造に一生懸命取り組むほど、学生達は気の毒であると感じているようだ。

6 おわりに

本稿では、新しい学問分野「知識科学」を紹介し、その発展におけるシステム科学の役割について論じた。また、文部科学省21世紀COEプログラム「知識学に基づく科学技術の創造と実践」を紹介した後に、知識のマネジメントと創造のための新たなシステム方法論を提案した。最後に、評価票を用いた予備調査によりいくつかの有用な知見を得た。予備調査から、よい場を提供すれば、教育・研究両面の成果が上がる、と考えてよい。今後、多様なタイプの研究室から多様なデータを収集し、要素間の相乗効果などについて詳しく分析する予定である。

参考文献

- [1] J. Liebowitz, ed. *Knowledge Management Handbook*. CRC Press, 1999.
- [2] H. Woolf, ed. *Webster's New World Dictionary of the American Language*. G. and C. Merrian, 1990.
- [3] E. Turban, *Expert Systems and Applied Artificial Intelligence*. Macmillan, 1992.
- [4] T. Beckman, A Methodology for Knowledge Management. *International Association of Science and Technology for Development (IASTED)*, AI and Soft Computing Conference, Banff, Canada. 1997.
- [5] S. Alter, *Information Systems: A Management Perspective*. 2nd ed. Benjamin / Cummings Publishing, 1996.
- [6] D. Tobin, *Transformation Learning: Reasoning Your Company through Knowledge and Skills*. John Wiley & Sons, 1996.
- [7] I. Nonaka and H. Takeuchi, *The Knowledge Creating Company: How Japanese Companies Create the Dynamics of Innovation*. Oxford University Press, 1995.
- [8] I. Nonaka, R. Toyama, N. and Konno, SEKI, Ba and Leadership: a Unified Model of Dynamic Knowledge Creation. *Long Range Planning*, Vol. 33, pp. 5-34, 2000.
- [9] M. C. Jackson, Towards Coherent Pluralism in Management Science. *Journal of the Operational Research Society*, Vol. 50, pp. 12-22, 1999.
- [10] Z. C. Zhu, The Practice of Multi-modal Approaches, the Challenge of Cross-cultural Communication, and the Search for Responses. *Human Relations*, Vol. 52, No. 5, pp. 579-607, 1999.
- [11] 遠山亮子・野中郁次郎, 「よい場」と革新的リーダーシップ: 組織的知識創造についての試論 一橋ビジネスレビュー 2000 Sum.-Aut. , 2000.
- [12] P. B. Checkland, *Systems Thinking, Systems Practice*. John Wiley & Sons, Ltd., 1981.
- [13] Y. Nakamori, Systems Methodology and Mathematical Models for Knowledge Management. *Journal of Systems Science and Systems Engineering*, Vol. 12, No. 1, pp. 49-72, March 2003.
- [14] P. Jarzabkowski, Strategy as practice: recursiveness, adaptation, and practices-in-use. *Organisation Studies* 25/4: 529-560, 2004.
- [15] A. Giddens, *Central problems in social theory: action, structure and contradiction in social analysis*. London: Macmilian. 1979.
- [16] R. Bahskar, *The possibility of naturalism*. Hemel Hempstead: Harvester, 1989.
- [17] B. Latour, *Science in action: How to follow scientists and engineers through society*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1987.
- [18] 弓野憲一: '教育心理学と実践活動'総合学習. 教育心理学年報, 第42集, 192-210, 2003.

本稿は、JAIST科学技術開発戦略センターの小林俊哉助教授、立瀬剛志拠点形成研究員、及び（株）日本能率協会コンサルティングの佐藤滋氏、石坂英雄氏、佐藤兼一氏、平木肇氏との議論の中でまとめられたものである。また、後期課程学生の菊池智子さんの今後の研究、前期課程学生の高松健一君達による調査研究によって深化されていくものと期待している。（著者）

知識創造場論集

第1巻 第1号

発行日：2004年11月

編集・発行：北陸先端科学技術大学院大学 科学技術開発戦略センター

〒923-1292 石川県能美郡辰口町旭台1丁目1番

TEL 0761-51-1839 FAX 0765-51-1767



The 21st century COE program in
JAIST

