

2006/07/05

魁！学習科学塾

Sawyer, R. K. (2006). Chapter 1: The New Science of Learning. K. R. Sawyer (Ed.) The Cambridge Handbook of the Learning Sciences (pp.1-16). Cambridge:NY, Cambridge University Press.

担当：山口悦司@宮崎大

etuji@cc.miyazaki-u.ac.jp

【 (intro) 】

- ・ 20世紀に公教育が整備された。しかし、人々がどのように学ぶかについては、ほとんど知られていなかった。
 - ・ その結果、科学的には検証されていない次のような常識に基づいて、学校はデザインされた。
 - ・ 知識は、世界についての事実と、問題を解くための手続きの集合体である。
 - ・ (例) 地球の自転軸は23.45度傾いている。
 - ・ (例) 桁数の多いたし算をするには、次の桁に繰り上げをする
 - ・ 学校教育の目的は、事実や手続きを生徒の頭の中に入れること。「教育された」というのは、たくさんの事実や手続きを持てるようになったときだと考えられていた。
 - ・ 教師は事実や手続きを知っている。教師の仕事は、事実や手続きを生徒に伝達すること。
 - ・ まず最初に教えらるべきなのは、単純な事実や手続き。その後、徐々に、複雑な事実や手続きを扱う。「単純」や「複雑」の定義や適切な教材配列は、教師、教科書によって、あるいは、数学者・科学者・歴史家などの専門家に頼んで決められる。子どもたちが実際にどのように学習するのかについての研究に基づいて決められるわけではない。
 - ・ 学校教育が成功しているかどうかを決める方法は、どれだけたくさんの事実や手続きを獲得したかについて、生徒をテストすることである。
 - ・ 以上のような伝統的な学校教育観は、インストラクショニズム (Papert, 1993) として知られている。インストラクショニズムは、生徒に、20世紀初頭の工業化社会に向けた準備を提供する。
 - ・ しかし、現代社会はテクノロジー的にもっと複雑だし、経済も競争的。だから、インストラクショニズムは、工業化社会とは異なる新しい現代社会に参加できるよう、生徒を教育することに失敗している。
 - ・ 経済学者や経営理論家が言うように、現代社会は知識経済社会。知識経済は、知識労働によって成り立っている。となると、この社会で成功するためには、事実や手続きを記憶するだけでは不十分。
 - ・ では、何が必要か
 - ・ 複雑な概念についての深い概念的理解をすること
 - ・ 新しいアイデアを生成するような創造的な活動に従事するための能力を身につけること
 - ・ 自分が読んだものに対して批判的に評価できるようになること
 - ・ 自分の理解を口頭や文章で表現すること
 - ・ 科学的思考、数学的思考について理解すること
 - ・ インストラクショニズムで強調される区切られて脱文脈化された知識を暗記するというよりも、統合された知識や使える知識について学ぶこと
 - ・ 持続的で生涯に渡る自分自身の学習について責任を持てるようになること
 - ・ これらは、経済で成功するためだけでなく、民主主義への参加に成功するためにも必要。
 - ・ インストラクショニズムは、創造的な専門家を育成するための教育には不適切。時代遅れである。
-
- ・ 1970年の初頭、学習を研究する新しい科学が誕生 (認知科学?)。20年経った1990年代までに、学習科学の研究者たちは、学習についての次のような共通見解を持つに至っている。これらは、How People Learnに書かれている。
 - ・ 深い概念的理解の重要性

- ・知識労働者に関する科学研究は、次のことを例証してきた。熟達者が所有している知識には事実や手続きが含まれている。しかし、単純に事実や手続きを獲得しているだけでは、人々を知識労働者としての仕事をできるようにすることはできない。宣言的知識（事実に関する知識）や手続き的知識は、どの状況においてそれを適用すればよいのか、新しい状況に適用するためにはその知識をどのように修正すればよいのか、といったことを理解してこと始めて、使えるものとなる。
- ・インストラクショニズムを通して学ばれた知識は、教室の外に適用することが難しい。生徒が深い概念的理解をできるようになると、事実や手続きを現実の世界に転移させるような方法を学ぶことができる。
- ・教授に加えて学習に焦点を当てる
 - ・生徒は、よりよく教えられることだけで、深い概念的理解をできるようになるわけではない。生徒が学習に対して主体的に参加することが必要。学習科学では、教授技術と同様に、学習プロセスに焦点を当てる
- ・学習環境を作り出す
 - ・学校教育の目的は、熟達者が必要とする知識をまるごと全部（事実や手続きだけではなく、現実世界の問題について考えるときにそれらを適用できるように深い概念的理解）、生徒が学習できるように支援すること。学習科学は、生徒が深い概念的理解をできるようになるための学習環境について、その主要な性質を同定してきている。
- ・学習者の既有知識に基礎を置くことの重要性
 - ・生徒は、満タンにされることを待っている空っぽの容器ではない。世界についてのさまざまな既有知識を持って、教室にやってくる。その既有知識は正しいこともあるが、誤っていることもある。子どもたちのためのベストな学習方法は、彼らの既有知識に基礎を置くような環境に置かれることである。もしも教師が生徒の既有知識に働きかけなかったら、生徒は学習することを「テストに合格するために必要なんだね」とみなすようになり、学校の外ではまた誤った考えに舞い戻ってしまう。
- ・リフレクションの重要性
 - ・生徒は発展しつつある自分の知識を表現したときに、よりよく学習する。知識の表現は、会話を通して、レポートや論文を書くことを通して、他のアーティファクトを通して行われる。そのとき、生徒には、自分の知識の状態を反省的に分析する機会が与えられる。

【教育の目的と知識の性質】

- ・従来の教育研究の役割は、教育者に対して、カリキュラムの目的を達成するための方法を伝えることであった。しかし、教育者がカリキュラムの目的を設定することをお手伝いすることではなかった。
- ・でも、学習科学の研究者は違う。教室に出かけて行って、多くの学校で深い知識を教えていないことを発見してきた。
- ・1980年代までに、認知科学は、次のことを発見してきた。子どもたちが表面的ではなく深い知識について学習したり、現実世界の状況で知識をどのように使えばよいかにについて学習したりしたときに、物事の記憶がより保持されて、さまざまな子コンテキストにその記憶を一般化できる（表1.1.参照）。
- ・学習科学の中心的テーマの一つは、「ある領域の専門家と同じような活動に従事したとき、生徒は深い知識を学習できる」というもの。「真正の実践」は、アメリカの教育スタンダードの基本路線。
- ・生徒が真正の実践にどのように従事しているかをきちんと理解するために、学習科学の研究者は、熟達者や専門家の実践に関する研究をベースにしている。
 - ・専門家は、探究に従事している。人を駆り立てる問題からスタート。問題に対して仮説的な解答を与えるために、専門領域に固有な方法を使う。対立する仮説を検証／反証するための証拠を集めたり評価したりする（Krajcik & Blumenfeld, CHLS; Edelson & Reiser, CHLS）
 - ・専門家は、他の専門家とコラボレーションするために、複雑な表象、表現方法を使う。（Part 3, Part4, CHLS）
 - ・科学者や数学者は、具体的でビジュアルなモデルを使う。生徒もそうすべき（Lehrer & Schauble,

・状況性 (Greeno)

- ・知識労働者の研究は、次のことを明らかにした。彼らが自分たちの専門性を現実社会の状況に適用するとき、伝統的な鉛筆、紙、チョーク、黒板だけではなく、ハイテクなツールをいつも利用する。
- ・状況性とは、知識が学習者の頭の中にある固定的な心的構造というよりも、むしろ、人、道具、他者、活動などが関係するプロセスであるという見方。
- ・伝達と獲得という学習観から、次第に変化する共同的な活動への参加という学習観へ (Rogoff, 1990, 1998)。
- ・これが、協調学習の研究へとつながる (Part 5, CHLS)。

・もちろん、生徒は、高度に訓練された専門家とまったく同じように振る舞えるわけではない。学習科学の研究者が「生徒が真正の実践に従事する」というときは、専門家の実践と発達的に同じような実践に、ということの意味する。

・学習科学の主要な目的の一つは、生徒に従事させるのはどのような実践が適切か、専門家の実践の真正性を失うことなく年齢に相応しい学習環境をどのようにデザインできるか、をつきとめることである。

【学習科学の（理論的）基盤】

■構成主義 (constructivism)

Jean Piaget

Piaget以前：子どもは大人よりも知識が少ない（量が違う）

Piaget：子どもは大人と異なる知識を持っている（質が違う）

Piaget以降：素朴数学、素朴物理学などの特性を解明する認知科学の研究 (diSessa, CHLS; Linn, CHLS)

→生徒の既有知識と学習をつなぐための学習環境のデザインのために使えるよ

構成主義は、「なぜ生徒は、先生の話の聞いたり教科書を読んだりすることで、深く学習できないのか」を説明

- ・学習科学は、どのように知識が構成されるかの基礎を解明
- ・認知発達に関する心理学研究の知見を参考にしている

■認知科学

- ・学習科学の研究者の多くは、学際領域の認知科学の研究者としてキャリアをスタート
 - ・認知科学は、心はどのように働くのかに関して実験研究をしてきた認知心理学と、心的プロセスのモデリングを行ってきた人工知能が合体したもの。
 - ・そこに、人々は日常的な環境においてどのように知識を使っているのかに関する社会学や人類学も
- ・1970～1980年代にかけて、認知科学は教育関係者を支援してこなかった。
 - ・学習のコンテキストを取り去った実験手法を採用してたから
 - ・思考や知ることのプロセス、というよりも、事実や手続きといった静的な知識を扱ってたから
- ・（でも）1990年代になってみると、認知科学が提案した諸概念は、学習科学の中心概念となっています。
 - ・表象、熟達、リフレクション、問題解決、思考

□表象

- ・認知科学の中心的なアイデア
 - ・知的なふるまいは、心の中の表象に基づいている
 - ・表象とは、概念、信念、事実、手続き、モデルのような「知識構造」
- ・表象は、コンピュータの記憶技術からのメタファ

- ・階層構造になっているデータ構造 → ウェブ状のリンクを持つデータ構造
- ・例：家（キッチンのシンクの種類、リビングのソファの色）
- ・知識は、モジュール化されている

□熟達者の認知

- ・1970年代の認知科学における驚くべき発見
 - ・日常的なふるまいは、熟達者のふるまいよりも、コンピュータ上に表現するのが難しい
 - ・人工知能では、医学、製造、通信、財政といった、知識がまとまりを持っている領域において、熟達者のふるまいを再現するプログラムに成功
 - ・これによって、熟達者の認知の性質がよくわかってきた
 - ・しかし、日常の常識的なふるまいは、人工知能のコンピュータプログラムの能力を越えたところにある
- ・熟達者の認知について、認知科学の研究からわかっていること
 - ・たくさんの複雑な表象構造
 - ・たくさんの手続きとプラン
 - ・状況に応じて、自分が知っているプランなどを即興的に適用できる能力
 - ・自分の認知プロセスについてリフレクションする能力

□リフレクション

- ・熟達者は、初心者よりも、よく計画ができたりそれを検討したりすることができる
 - ・これ、リフレクションなり
 - ・文章作成の熟達者に、考えていることを声に出しながら文章を書いてもらったところ、目的と計画をリフレクションしたり調整したりしていた（Flower & Hayes, 1980）.
 - ・生徒は、文章作成のときに、計画したりリフレクションしたりすることに時間を使わない（Burtis, Bereiter, Scardmalia, & Tetroe, 1983）
 - ・他の教科でも似たような研究結果が
 - ・学習科学の研究者たちは、初心者に熟達者のようなリフレクション能力をつけることで、初心者が熟達者になっていくという学習の問題について検討できると考えました.
- ・リフレクションのツールとしてのコンピュータ
 - ・熟達者の推論をコンピュータに記録しておいて、それを初心者が参照できるようにする（Collins, CHLS）
 - ・WISE：証拠について考えるときのプロンプト、科学的な議論を行うときのプロンプト（Linn, CHLS）
 - ・相互教授法（Palincsar & Brown, 1984）
 - ・Knowledge Forum（Scardamalia & Bereiter, CHLS）
 - ・Learning by Design（Kolodner, CHLS）

□問題解決

- ・Newell & Simonの問題解決の認知理論
 - ・人々が心の中に持っている問題空間の表象に依存する
 - ・問題空間の表象は、概念、特定の行動、外敵世界に関する信念と心的表象を含む
 - ・問題解決とは、目標状態に到達するまで、問題空間を探索すること
- ・知的な活動はおおよそ問題解決を含んでいるので、多くの学習科学では問題解決研究をベースにして学習へアプローチしている.
 - ・Cognitive Tutors（Koedinger, CHLS）
 - ・case-based reasoning（Kolodner, CHLS）

□思考

・教育関係者は、高次の思考スキルの重要性について語る。でも、思考スキルを強調する教育プログラムは科学的な研究の知見に基づくのではなく、直感的な思考スキルの分類学に基づいている。だから、なぜその思考スキルを教えるべきなのかの科学的に正当な説明がないよ (Kuhn, 1990)。

・1980～1990年代の認知心理学の研究

- ・informal reasoningを研究：人々が日常において、単純な答えがないような現実問題に人々が直面したときに行っている推論（よい推論、悪い推論） (Voss, Perkins, & Segal, 1991)
- ・日常的な意思決定の研究 (Baron, 1985; Kahneman, Slovic, & Tversky, 1982)
- ・同じ時期の発達心理学の研究 (Dunbar & Kuhn, 1989; Kuhn, 1989; Schauble, 1990)
 - ・人々の思考ストラテジー（よいストラテジー、悪いストラテジー）
 - ・その発達的变化：Piagetの発展として
- ・学習科学における教育に対して、基礎的な知見を与えてくれるよね

■教育工学

・コンピュータの教育利用：ちょこっとヒストリー

- ・1950年代, Skinnerのティーチングマシーン (Skinner, 1954/1968)
 - ・教師は、時代遅れだぜ
 - ・行動主義に基づいたCAIソフトウェア
- ・1970年代, 人工知能
 - ・自動的にチュータリングします
- ・1980年代, SchankやPapert
 - ・コンピュータは学校を抜本的に変革します
- ・1990年代, 政治家, 保護者, 企業
 - ・学校にコンピュータを入れるべきだ
- ・2000年代, コンピュータが学校にどこどこ
 - ・2003年には、95%の学校がブロードバンド、93%の教室がインターネット、4.4人に1台のインターネット接続パソコン
 - ・1998年には12.1人に1台だったから劇的だよね。
- ・ところが、ぜんぜん効果が見られない。
 - ・2000年までに、コンピュータ利用が生徒の成績を向上させるってことを明らかにした研究はなし
 - ・なんでこんな小さいインパクトしかないのかな、と研究者が教育現場に行ってみてわかったことは、学習科学に基づいた利用はまったくなくて、インストラクショニズムのままでコンピュータが使われただけだった (Cuban, 2001)。
- ・学習科学の研究者たちは、次のような考えです
 - ・コンピュータは、すべての学習を変革する強力な役割を担うことができます
 - ・でも、インストラクショニズムや行動主義のビジョン、それらに基づいたCAIを拒否します
 - ・なぜ、学校のコンピュータへの期待が現実のものとならなかったのかを説明をします
 - ・学習者の情報を伝達するという、インストラクショニズムや行動主義に基づいた教育用ソフトウェアが多いから
 - ・コンピュータは、深い学習つながるようなことを学習者が経験できるように支援する役割を担いましょう
 - ・他者と協調
 - ・リフレクション、などなど
- ・ソフトウェアは学習科学の中心。だって、深い学習を支援するための次のような力があるから。
 - ・抽象的な知識を具体的な形式で表現
 - ・目で見たり声に出したりして、自分の知識を明確化
 - ・知識を操作したり修正したりできる。明確化、リフレクション、学習のプロセスをシミュレーション
 - ・視覚モードや音声モードでリフレクションを支援

- ・理解の共有と統合、協調学習の恩恵

■社会文化的研究

- ・1980年代、人工知能の冬の時代
 - ・人間の知性をコンピュータ上に表現することは、無理っぽいね。
- ・なんで、認知科学がうまくいかないのか
 - ・その回答が、社会文化的アプローチ、状況論的アプローチ、分散認知アプローチによって提出された (Greeno, CHLS; Salomon, 1993)
- ・社会文化的研究は、人々の知的なふるまいの観察を始めた
 - ・前提：人間の知的なふるまいは、複雑な環境において現実化される
 - ・道具、機械に囲まれた環境
 - ・他者に囲まれた環境
 - ・学校ではないところでの学習に関する研究 (Cole, 1996; Lave, 1988; Rogoff, 1990; Saxe, 1991)
 - ・言語の獲得、文化の規範や会話についての学習
 - ・仕事場における徒弟の学習
 - ・いずれも、フォーマルな学校の影響を受けていない、非西洋社会におけるインフォーマルな学習
 - ・知的なふるまいの社会的に分散された性質に関する研究
 - ・航海のナビゲーション (Hutchins, 1995)
 - ・ロンドンの地下鉄コントロール室 (Heath & Luff, 1991)
 - ・オフィスシステム (Suchman, 1987)
 - ・航空機の管制塔 (Hughes et al., 1988)
- ・社会文化的研究が学習科学に関連する学問分野に対して与えてきている影響
 - ・人工知能：分散認知の強調、ネットワークテクノロジーの成長とともに、
 - ・認知心理学：チームワーク、協調、グループワークに関する研究、認知発達における社会的コンテキストの役割に関する研究も、
 - ・教育：教室のコラボレーション、生徒のディスコース、生徒のプロジェクトチームに関する研究

■知識労働 (knowledge work) の性質

- ・論争的な話題についての世間の国民的議論は、科学研究の成果を踏まえていない
 - ・地球温暖化を防ぐために、車の排気ガスを減らすべきか
 - ・幹細胞に関する研究を発展させるべきか
 - ・進化論と創造説の両方を学校で教えるべきか
- ・アメリカの全米科学教育スタンダード
 - ・アメリカ人は、日常において、科学的な情報や思考法に基づいた意思決定を必要とする問題に直面することが多くなっている
- ・1900年代初頭から、多くの学者が、科学的な知識の性質に関する分析を開始。
 - ・主要工業国は、科学や科学技術が社会の発展に重要な役割を担っていることを認識してたしね
 - ・20世紀の前半、論理実証主義の哲学者
 - ・科学知識は、世界についての言明とその論理操作から出来ている
 - ・論理実証主義+行動主義=インストラクショニズム
 - ・学問の知識は、事実と手続きから出来ている
 - ・教えるとは、これらの事実と手続きを生徒に伝達することだ
 - ・20世紀の後半、社会学、心理学、人類学
 - ・科学者は、知識のモデルを統合したり、説明原理を概念フレームワークにつなげたり
 - ・科学者は、一人で研究してるのではなく、科学者コミュニティの同僚と研究している
 - ・科学者は、他の科学者の主張を批判的に検討し、どうすれば自分たちの主張をサポートしたり他者に示すことができるのかを考えている

- ・学校の科学教育の捉え方が変わる
 - ・科学的な知識は、状況的、実践的で、協調的に作り出される
 - ・伝統的な教室は講義と実験ばかりで、科学的な知識のこのような性質は無視
 - ・新聞で試薬の記事を読んだり、医者と今度の手術のリスクについて議論したり、近隣の開発が健康に及ぼすリスクを評価したりするときに、科学的な知識は使える。
- ・科学者以外の熟達者の知識労働に関する捉え方も変わる
 - ・より発達した文字というのは、文字と音がマッチすることを知ること以上のものである：レシピを読んだり、商品の説明書をコピーしたり、同僚にemailを書いたりするような、複雑な文字実践に参加する仕方について知ることを含んでいる）（Palincsar & Ladewski, CHLS）
 - ・社会科学に関する教育関係者は、歴史家が歴史的な探究や歴史に関する議論をどのようにすればよいのかについて知っている熟達者だ、ということを見

【学習に含まれるプロセス】

- ・学習科学は次の2つに関心がある → 学習科学の主要な2つの問い
 - ・学習環境の中で何が起きているのか
 - 学習はどのように起きているのか
 - ・学習環境はどのように生徒のパフォーマンスを向上するのに貢献しているのか
 - さまざまな学習環境は、学習に対してどのように貢献しているのか、学習をよりよくするために、学習環境のデザインを改善することができるのか。
- ・学習環境とは、次を含む
 - ・人々（教師、学習者、他者）
 - ・コンピュータとその役割
 - ・建築、教室と物理的オブジェクトのレイアウト
 - ・社会的環境、文化的環境
- ・研究の仕方
 - ・学習環境における特定の構成要素について研究
 - ・ソフトウェアデザイン、教師の役割、生徒の活動
 - ・学習環境を1つのシステムとみなして、包括的な問いを立てる
 - ・教師、ソフトウェア、他の生徒は、生徒の学習にどのように支援しているのか
 - ・学習者が学習コミュニティにいることを感じることができるよう文化をどのように作り出すことができるか
 - ・生徒がやってみたいとずっと思い続けるような教材や活動をどのようにデザインできるのか
- 学習はどのように起きるのか：初心者から熟達者への移行
- ・人工知能の熟達者研究、認知心理学や発達心理学の研究がベース
 - ・熟達者は、どのようにして、その専門性を身につけるのか
 - ・熟達者と初心者をわけるような心的な段階は何か
- ・学習科学では、
 - ・初心者どのように考えるのか
 - ・どのようなミスコンセプションを持っているのか
 - ・初心者のミスコンセプションが熟達者の概念へともっとも効率よく変わるようなカリキュラムのデザインは
- 学習はどのように起きるのか：既有知識の利用

- ・学習は、既有知識に基づいて起こる
- ・生徒は、物理学、数学、生物学に関する素朴な考えを持って、教室にやってくる

■よりよい学習を促進する：スキファオールディング

- ・学習科学は、構成主義が背景
- ・学習科学は学習者が自らの知識構成に積極的に参加するとき、深い理解、汎用的な知識、強い動機付けを得る。
- ・ここから、学習者が自分の知識を効果的に構成することを支援するために、どのようなサポートを提供するべきか、というテーマが生まれる。
 - このようなサポートが、スキファオールディング
- ・悪いスキファオールディング、よいスキファオールディング
 - ・悪い：どうやればよいかを教える、彼らの代わりにやってあげる、というのは、目的を達成するためのサポート。だけど、学習者が自分の知識構成に積極的に参加できてない。
 - ・よい：自分で何かを理解できるためのヒントやプロンプトを与える
- ・建築とのアナロジー
 - ・建築現場で働く人が、もっと高いところに行きたいとき、スキファオールディングが徐々に追加される。建築が完成したとき、スキファオールディングは撤去される。
 - ・効果的な学習環境では、スキファオールディングは、学習者の要求に応じて、徐々に追加されて、修正されて、撤去される。そして、最後には消えてなくなっていく。

■よりよい学習を促進する：外化と明瞭な表現（articulation）

- ・外化と明確化は、学習に効果的（How People Learn）
- ・これは思ったより複雑
 - ・最初に何かを学んで、次にそれを表現する、というわけではない。
 - ・効果的な学習は、学習者が学習しつつある知識を明瞭に表現するときに起きる。学習している間、表現が起り続けている。
 - ・明瞭に表現するまでは、学習者は学習していない。考えていることを声に出す一方で、素早く深く学習している。
- ・Lev Vygotsky
 - ・心的発達理論に基づいて、明瞭な表現の教育的価値を説明
 - ・すべての知識や社会的インタラクションの中で可視化されて、それが思考という形式で個人に内化される。
 - ・内化のプロセスについては学習科学でいろんな論争があるけど、すべての学習者が明瞭な表現の恩恵を受けることができるから協調や会話が重要だ、という点については共通理解している
- ・学習科学の主要トピック
 - ・どうすれば、「現在進行形」の明瞭な表現を支援できるか
 - ・どのような形式の明瞭な表現が、学習にとってもっとも効果的であるか
- ・学習科学がわかっていること
 - ・ある種の知識を明瞭に表現した結果、それがリフレクションにつながるようにスキファオールドされると、明瞭な表現は学習にとって有効である。
 - ・生徒は、自分の思考についてどのように思考すればよいのか、自分の思考についてどのように語ればよいのか、知らない。だから、自分の理解を明瞭に表現することの支援を必要としている。

■よりよい学習を促進する：リフレクション

- ・明瞭な表現→リフレクション、メタ認知
- ・学習科学の取り組み
 - ・リフレクションを促進する教室のデザイン
 - ・明瞭な表現が簡単にできるようなツールを生徒に提供することで、リフレクションが促進される

- ・教育的に効果のあるリフレクションを生徒ができるようにするために、どのような支援が必要か、これを考えましょう。

■よりよい学習を促進する：具体的な知識から抽象的な知識を構築する

- ・ Piagetが発見した学習の発達：具体から抽象へ
- ・ 1960～70年代、Piagetの影響が学校へ、「操作できる」ブロック、カラーバーなどが数学の授業に持ち込まれた。
- ・ コンピュータは、抽象的な概念を視覚的に表現できる。
- ・ 学習科学の研究としては、
 - ・ 科学的な議論をコンピュータ上に表現（Andriessen, CHLS）
 - ・ 科学的な探究のステップを表現（Edelson & Reiser, CHLS）
 - ・ 抽象的な知識を、言語的というよりも、視覚的に、グラフィカルに明瞭に表現する（Schwartz & Heiser, CHLS）

【デザイン科学】

- ・ 学習科学の問い
 - ・ どのように学習を測定できるか
 - ・ もっともよく機能する学習環境を、どうやって決定できるか
 - ・ どうやって学習環境を分析し、うまくいっているイノベーションを同定し、それを改善の余地があるものと分離できるか
 - ・ もっとも効果的な学習環境に関する科学的な知識をどうやったら整理整頓できるか。
→教育における科学研究が持つ根源的な問い
- ・ 実験デザインとデザイン研究
 - ・ 科学的な方法のスタンダードは、実験デザイン（実験群、統制群）
 - ・ このデザインの研究は、異なった教育方法の相対的なメリットについて教えてくれる。
 - ・ しかし、なぜその教育方法がうまくいくのか、その教育方法はどのように機能しているのか、生徒の学習につながる教室の活動構造がどのように変化していくのか、については教えてくれない。
- ・ 学習科学では、学習のプロセスを理解するために、いろいろな方法論を組み合わせる。
 - ・ この本の後半では、教室の比較実験、認知心理学の実験室的研究、社会的相互作用の研究、社会学や人類学の方法論、新しいハイブリッド方法論であるデザイン研究について扱います（Barab, CHLS; Confrey, CHLS）
- ・ 学習科学は、複雑な社会的・技術的環境において、より深い学習が起きることを発見してきた。
 - ・ そこで用いられた手法は、
 - ・ エスノグラフィー（人類学）
 - ・ エスノメソドロジー、会話分析（社会学）
 - ・ 社会文化心理学（発達心理学）
 - ・ 頑張った人たちは、
 - ・ Lucy Suchman, Ed Hutchins, Jean Lave
- ・ 学習科学の研究者の多くは、学習のプロセスを細かく研究するために、大量のビデオデータを現場で記録して、それを研究室に持ち帰って分析する。そのときの方法論が、相互行為分析（Sawyer, CHLS）。
 - ・ 学習者同士の相互行為のパターンの時系列的变化
 - ・ 学習者が取り組む問題解決と、その時系列的变化
 - ・ そこでの個人の学習
- ・ 深い知識は、1時間やそこらの授業で学習されるわけではない。だから、学習科学の研究者は1年や数年にわたって研究を続ける（Lehrer & Schauble, CHLS）。
 - ・ 典型的な学習科学の研究プロジェクトは、

- ・最低でも1年がかり（長いところは数年がかり）
- ・教師や学校と一緒に学習環境を改善する
- ・学習環境の効果がでるまで時間をかける
- ・そこでどのような学習が起こっているのかを観察する
- ・観察した後が大変：大量のビデオテープの分析
 - ・撮影した何倍もの時間をかけて、発言や行動を文字に書き起こす
 - ・それを一つひとつコーディングしたり、それらを統計的に処理したり

【学習科学という研究領域の出現】

- ・ 1970～80年代
 - ・多くの認知科学者は、人工知能技術を利用、よりよい学習を促進するためのソフトウェアデザイン、
 - ・このとき、"AI and Education"という今日まで続く国際会議が開催される、
- ・ 1987年
 - ・ノースウェスタン大学
 - ・この分野に投資することを決定、
 - ・Roger Schankをエール大学から引き抜いて、Schankを所長とする学習科学研究所（ILS）を設立
 - ・ゼロックス
 - ・John Seely Brown, James Greeno, ゼロックスCEOのDavid Kearnsが、学習研究所（ILR）を設立
- ・ 同じころ
 - ・バンダービルト大学の学習・工学センターでは、認知科学の知見を応用して、テクノロジーを利用したカリキュラムを開発
 - Jasper
 - ・MITでは、Seymour PapertのLOGOグループが、コンピュータ上に構成主義的学習環境を作り出す
- ・ 1989年の夏
 - ・Roger Schank, Allan Collins, Andrew Ortonyが、認知科学の応用に焦点を当てた新しいジャーナルに関するアイデアを議論
- ・ 1991年
 - ・1月、Janet Kolodnerを編集長とする The Journal of the Learning Sciencesが発刊
 - ・"AI and Education"がノースウェスタン大学で開催、Schankは、これを学習科学に関する最初の国際会議と呼んだ、
- ・ しかし、
 - ・学習科学コミュニティと、"AI and Education"コミュニティは、少し違った関心を持っていた、
 - ・"AI and Education"：AI技術を利用したチュータリングシステムや他のソフトウェアのデザイン
 - ・学習科学：現実世界の学習環境における学習、AI技術を使っても使わなくてもよい学習者のニーズに応じたソフトウェアのデザイン
 - ・1991年の国際会議以降、それぞれの道を歩む
- ・ 1996年
 - ・第2回の学習科学の国際会議
 - ・これ以降、CSCLと1年おきに会議を開く
- ・ 2002年
 - ・国際学習科学協会（ISLS）設立
 - ・学習科学に関する国際会議と、CSCLに関する国際会議を計画
 - ・2つのジャーナル
 - ・The Journal of Learning Sciences

【結論】

- ・ これまでの学習に関わる研究者
 - ・ 科学の言語は教育関係者をナーバスに
 - ・ 偉大な教師の芸術的手腕：生徒の予想を上回り、生徒が自分でできている以上のことをできるようにする
 - ・ 教師はどれだけ自分の仕事が複雑かを知っている。毎分毎時間、何千もの複雑な出来事が起こっている。
 - ・ しかし、科学の還元主義は、これらの複雑な網目をカットして刻んでしまう。それじゃー、理解できんでしょ、と。
 - ・ 学習を研究してきた科学者も大学の実験室だけで研究しており、その象牙の塔から指令を与えていた。教師が、その指令を疑うことなく受け入れるべきものとして。
- ・ しかし、学習科学の研究者は、違う。
 - ・ たくさんの時間を学校で過ごしている。しかも、研究者の多くは、研究者になる前は、学校の先生だった。
 - ・ 教室の教授・学習の改善にコミットしている。毎週のように教師や教育委員会関係者と一緒に仕事しています。
 - ・ 大学の業務から離れることができる時間をつくって、教室に戻り、教師の側と一緒に生徒を教えながら、学習理論が現実世界でうまく動くのかについて学習している。
- ・ つまり、学習科学は、
 - ・ 新しいタイプの科学だ
 - ・ 目的は、教育のためのしっかりとした科学的な基礎を提供することだ