

学習システム促進研究センターキックオフ講演会：学習，学習科学：教育への適用  
(2014年7月3日：広島大学大学院教育学研究科開催)

## 特別講演 2 「学習科学で学びを繋ぐ」

白水 始 (国立教育政策研究所)

### 講演者の紹介

国立教育政策研究所初等中等教育研究部・教育情報センター・総括研究官。専門は学習科学，認知科学，教育工学，博士（認知科学）。主要著書には、『学習科学とテクノロジー』（共著，放送大学教育振興会，2003年），秋田喜代美・キャサリン・ルイス編『授業の研究 教師の学習』（分担執筆，明石書店，2008年），高垣マユミ（編）『授業デザインの最前線 II』（分担執筆，北大路書房，2010年），特集「ヒューマン・ロボット・ラーニング」（共著，『認知科学』Vol.19 No.3，2012年），三宅なほみ・益川弘如・望月俊男（監訳・著）『21世紀型スキル：新たな学びと評価の新たなかたち』（共訳，北大路書房，2014年）等。日本認知科学会奨励論文賞（2009年）受賞。

### 講演要旨

本講演は，学習科学のめざすべきこと，その背景，学習科学が繋ぐ学び，その実際の体験（ワークショップ）からなっている。

学習科学は，まだ人類が見たことのないような創造的な知力というようなものを作っていくべきではないか。それは，「学習科学はパスツールを目指そう」ということを提唱する立場のジェームス・グリーンではなく，彼に反駁する立場のカール・ベライターの主張である。

学習科学は発展しなければならないが，その背景として，時代が学びの刷新を求めていることが挙げられる。それは，次の3点から説明できる。第一に，みんなが協同して解答を見つけ出すことが必要なこと，第二に，情報化・グローバル化が進み，ICT能力やスキルによる格差を作るので，その格差が補えるような「みんなが知的に居場所のある（knowledge inclusive）」世界をつくる力を養う必要があること，第三に，そのためにも学習科学が進める学びの繋がりが必要であること，である。

とりわけ，第三の学びの繋がりは，①日常生活と学校での学び，②世代間の学び，③学んだことの間を繋ぐ学び，の3点において重要である。

カール・ベライターに示唆され，知識を生活ベースで事物や現象に直結している知識と，世界を説明したり理解したりするための概念，道具として作り出されたタイプの知識という2つにわけるとを試みる。この区別によって，基礎と発展のメリハリをつけることが可能であり，さらに，学校に同年齢の子どもが

集まることの意味は、仲間同士で学んだことを繋げ、世界についての「説明」をするという学びに求めることができる」と主張する。

その実例として 知識構成型ジグソー法を体験する。この体験は、出された問いに関して、それぞれ違う資料を分担して、みんなが違う答えを知っていながらも、それだけでは答えられないという状況を作るものである。即席でそれぞれの資料のエキスパートになって、そのあと自分の知っていることを持ち寄って交換しながら、課題を答え、自分たちの説明を創り上げていく。

学習科学が行いたいことは、出発点を大人が与えるけれども、子どもに本当に答えてほしい問いがあって、それを子どもが答えていくということである。

## 1. はじめに一学習者中心のデザインとはどのようなものかー

森敏昭先生が学習科学のエッセンスについてはほとんどお話いただきましたので、私の方は学習者中心のデザインとはどういうものか、についてお話したい。最近こういった講演の話をしていただいても、私ばかり話しする教師中心のスタイルです。学習者中心の話をしているのに、どうするのかと思います。そこで、時間を80分いただいているので、間の40分間、皆さんに学習者として活動していただき、森先生のお話と結びつく題材を提供できたらいいなと考えております。

私がやりたいことは、習得・活用・探究というサイクルをどうやって回すか。子どもたちから問いが出てくるって本当に素晴らしいことですが、なかなか難しいことです。子どもたちの間でバンバン問いが出てくるならノーベル賞受賞者がたくさん出てくるはずだから…。そういう意味で、問いを作ることはすごく難しい。そこで、大人が選りすぐった問いをまず与えてみて考えるところから、子どもたち自身の問いが生まれてくるのではないのでしょうか。そういった学校教育と何とか両立するような、学習者中心の授業っていうものをデザインするにはどうすればいいのかなあ、ということをや日々研究しています。

先ほど森先生から「学習科学はパスツールを目指そう」という話をさせていただきました。ジェームス・グリーンが2002年の国際学習科学会の閉会で話したことを思い出しました。グリーンもパスツールがすごく好きなので「やはり第4象限に行かないと学習科学じゃない」といった話をしました。その時に彼が使っていたひとつの絵がこれです。ラトゥールという社会学者がまとめたものでパスツールの人生を描いています。パスツールはもとも結晶学をしていたんです。そこで一定の知見を得ると、そのメソッドを使ってもうち

よつと実社会で役に立つものはないかと探していき、今度はマイクロ組織検査をする。これはずっとやっていくとまた新しいやり方を見つかる。さらに、これで解ける問題はないかと獣医学に行つて…こうなるとだんだんと社会に広がっていき、周りの人も関心を示します。結晶学から次へ行こうと彼は side way step するのですが、残りの人にはそのまま地道に Discipline continued by others と書いてあるように続けといてもらって…っていう形で、「発酵」に行ったり、「生化学」に行ったりというふうに成果を広げていく。だんだん成果を還元する世界も広がっていき、emtire worldに関わるような発明をしていきました。

こういう軌跡を学習科学が今、できそうなところまで来てるんじゃないか、というのがグリーンノの指摘でした。なぜかという、こういうふうにはパスツールのよう、なんとか「(発酵学で)腐らないものが作れないか」あるいは、「(生化学で)蚕が病気になっちゃうのはなぜか」という社会の問題が世の中にあつたので、その問題に対して、メソッドは古いものを使うんだけど、新しい問題を解くという、パスツールのやり方が当てはまつた。じゃあこの教育の、今解けてない問題を解くのに、学習科学が打って出ないでどうする、というのがグリーンノの主張でした。

これに対して、フロアも確かにそうだね、と納得した後で、傑作だったのは、カール・ベライターという(80歳くらいの、セサミストリートというテレビ番組の制作に関わつた)学習科学者が出てきて、開口一番に、「グリーンノは間違っている。」と言つた。なぜ間違っているかという、「パスツールと教育は違う」と。パスツールが社会に受け入れられたのは、社会が腐敗や感染症、蚕病といった問題を的確につかんでいた。社会のみんなが問題を分かっていた。ところが、教育はそれとは似ているようで、実は違う。そこを注意しなくて

はならない。大人が今、問題に感じているのは、例えば、計算ができないとか、自分の子どもが文章を読めないとか、科学に興味がないとか、自分を基準にした欠損の指摘をやっている。ひょっとすると、実は、蚕病や感染症よりもっと解決すべき問題があるかもしれないんだけど、大人は自分の受けてきた教育の、ゴールに照らして、そこに到達していないから、あれが問題だ、というふうに考えています。学習科学が目指しているような、「知識を身につけたらその先に知識を作り上げたい」。こういう知力というものを世の中に育てていきたいというこの究極のゴールを、一般の人はまだ見てないかも知れない。そうすると、学習科学はパスツールに行く前に、もっと、まだ人類が見たことないような創造的な知力というようなものを作っていき、そこに対して到達していないという形で「問題」が見えるようにしていくべきかもしれない。学習科学は森先生が最後におっしゃったような、未来の子どもを育てていく、そういう教育をしようということです。

ベライターが実践でどのようなことをやったかは、まさに、森先生がさっきおっしゃったような、1-3の原則に従ったような展開をしてすごくいい実践をしました。おもしろいのですが今回は少し飛ばしまして・・・彼が2012年、10年後に発した、子どもへのメッセージを、その代わりに紹介したいと思います。知識社会を成功させるために、子どもたちに何をしてほしいのかというメッセージを6つにまとめた。1つ目は「たくさん学ぼう」。2つ目は「学んだことを理解しよう」。で、3つ目が「形のはっきりしない問題を好きになる努力をしよう」。ここまでは、一人一人の話なんですけど、ここから面白くなってきて、4つ目から、「自分のアイデアに危ないと思っても賭けよう」、自分のアイデアは一人で考えると偏ってしまうので、5つ目が「人と話し合ってもっとよくしよう」、そのためには、6つ目

に「自分の頭で考える人と友達になろう」、みたいなことをまとめています。ここから彼が考えていたようなゴールというものを達成していくために、実践をいろいろやってみるとすごくシンプルなんですけど、自分で考える人たちで、学び合うようなコミュニティを作っていくというのが大事なこととして、見えてきたのかなと思います。

## 2. 時代が求める学びの刷新

いろいろと新しい話をしましたけれども、もう少し学習科学がはっきりした形になっていくためには、もっと実践を積んで、研究デザインの原則、人が分かって「そうだな」と納得できるところを出していかなくてはと思っています。こんなふうに時代が変わってきたのは、おそらく、人類が今持っている知識だけでは解決できてない問題が次々起きてきているという背景が関わっていると思います。専門家が分かっている問題ではなく、みんなが部分的な答えしか持っていない問題に対して、みんなの知恵・知識を持ち寄り、結びつけて答えを出す。出すのだけれども答えも候補でしかない。出してみてこれでいいのかなと見守る、そういう世の中になってきたなどおもいます。

もう一つ大事なものは、情報化・グローバル化で、知識にどんどんアクセスできるようになりました。しかし、できる人とできない人にすごく差が出てきています。その社会の中で、人が生き延びるために、社会全体がそういった偏りというものをなくして、インクルーシブな形で知識社会になっていくための準備を学校教育が担わなくちゃいけないんじゃないか。そんな学びの刷新が起きてきております。こういったニーズに対して、今、徐々に見えてきている面白いデータがあります。これは習得に絡んでいることですが、2件、紹介してみたいと思います。

1つ目は、ムークス (MOOCs)、最近流行っ

ているのでご存知でしょうか。カーンアカデミーのサイマル・カーンが自分のビデオを公開し、学習させることをやっているついでに、データを多く取り始めています。受講者にビデオを見せるだけじゃなくて、10問解いたら次にいけるようにして、そのデータをかなりの数で取っていくということをおこないました。すると、何が見えてきたか。一定時間の出来というのは、個人で差がある。(グラフを指して)これが日にちで、これが成績。この辺はリタイアした人たちなんですけれども、どのくらい問題を解いていけるかを見ていきます。ある単元を3~5日くらいで切ってしまうと、少し早い子と、少し遅い子に分かれている。ところが、60日くらいかけると、みんなどんどん伸びていく。序盤に早い子もちろん、序盤に遅い子も足踏みしているんですが、途中からできるようになって、むしろこっちの方がたくさん学べるようになってくるのです。

これはどういうことでしょうか。一定時間で切ると、出来に、個人の差があります。早く多くできる子が、今まで「できる子」だったんじゃないか。ところが、自宅学習をやっているんで、時間を問わずに時間をかけて好きなだけできるようにすると、当然、みんな合格レベルまでできるようになるんですけれども、時間と手間をかけた子の方が、後でも粘り強くやるということが見えてきています。車を売るときには、「出来が悪いですが、とりあえず売らせてください」とは言わずに、普通、故障をしない、修理の必要のないものを作ってから売りますよね。ところが、学びは、例えば算数の単元で考えてみると、5時間目でこの単元は終わりとなると、5時間目でどれだけできているかというのが、その子の評価になってしまって、みんなを80点あるいは100点いかせたいんだったら、好きなだけ時間かけていいよっていうモデルなんてないわけですね。こういうふうなモデルになってい

ないと、時間は有限・一定で、出来が可変。これに対して、世の中で車を作ったりする時に、出来を保証・一定にしておいて、それにかかる時間を変えていく、それこそが学びじゃないでしょうか。そう考えると、彼の最後の一言は非常にふるっていて、今自分がここに立って講演できるのは、昔の学びのモデルで、短時間でスパスパとクリアしてきたからじゃないかとも思えます。そう考えると、これまでの学びのモデルは、本当に人類の学び方としてよかったのか、学び方を保証するシステムというものを考え直さなくてはならないんじゃないか、というのがカーンの考えです。

2つ目は、はじめに宮谷教育学研究科長がおっしゃった、少子高齢化に関する話で生涯学び続けるという話があったので思い出したものです。今こんなことも始まっておりまして、京都の学校で理科室に、子どもたちが一緒に学ぶロボットを常駐させておいて、授業で出てきたいろいろな疑問をロボットに吹き込むと、遠隔で操作してる大手の電機メーカー等をリタイアした高齢の技術者たちが受けるんです。子どもたちが授業で思ったことを短く書いて送ると、すごく長くて難しい回答が返ってきて子どもたちが困ることがある。その時、ロボットが横で「ちょっと質問の仕方を変えてみようか」と言いながら次の質問をする、といったサイクルをしている。技術者の人も、小さい子に伝えるにはどう言い直したらいいだろうとかと考えながら、子どもたちの方は「私たちに欲しい答えってどう聞いたらいいんだろうか」と考えながら、繋がったまま学び続けていく。こういった、少子高齢化の間をうまく繋ぐような仕組みを作っていくと、探求の芽というのを育てていけるんじゃないかな、というふうに学びのイメージが変わってきています。

### 3. 学習科学が繋ぐ学び

日常生活と学校における学びを繋げたい。先ほどのような、世代間の学びを繋げたい。文化の伝承ってというのは、正解を教えるだけじゃなく、やっぱり大人が大切にしてきたものを伝えたいっていうものがあると思うんです。伝えたい先に行ってくれるのは構わないのだけれども、世代間で、どう伝えたいことを伝えていくか、その日常生活、学校、あるいは、大人に習ったこと、自分で考えたことの間を自分で繋いでいけるような学びを学習科学で、繋いでいけないかということを考えております。学習科学が繋ぐ学びの一つとして、日常生活と学校の学びを繋ぐ必要が、昔に比べてすごく増えてきています。

アラン・コリンズという学習科学者がまとめているのですが、手工業社会のときは、徒弟制のもとで家で学んでいました。その時は、教育の責任は家庭にあって、大人が決めた師匠のところに行って、師匠が一对一で、相手の学び方を見ながら学んでいた世界です。それに対して、産業社会は、みんなで同じことを学ばせるために、全員学校に集め、同じことを一定時間でどれだけ教えられるかということになります。こうなってくるとさっきの、カーンの話に戻るんですが、誰が一番早く、それをマスターできるかという話になってくる。それを1対40で一人ひとり見れないのでテストで計る。それが現在の知識社会・デジタル社会の学びの形になってくると、学びの責任がもう一回、学校から個人に戻ってきて、個人がインターネットを使っている人々と知り合いになったりするとか、レベルの違う先輩から教わりながら自分で学びたいとか、個々人が学びのゴールを決める。そういう社会になりつつあります。そう考えると、知っていることを先生が抱え込んで、一定時間でどれだけ頭に入れられるかという社会でなくなった時に、学びのモデルをどのように考えていけばよいのでしょうか。

そのことをちゃんと調べようとしているのが、LIFE (Learning in Informal and Formal Education) プロジェクトです。このプロジェクトでは、非公式、学校外、学校教育の全部を見て、子どもがどのように学んでいるかを考えてみる。それをまとめたのが学校内外での学習時間を比較したこの図です。赤いところが学校とか、研修なんかのフォーマルなセットされた教育環境で過ごす時間、こちらの青い部分がコミュニティとか家庭のインフォーマルな環境にいる時間です。こうしてみると、幼稚園、1-12年生、高校生から、学部生、院生、仕事とみていくと、小1から高3のところでも、高々18.5パーセントの時間しかありません。人は公教育の場にいる時間は少なく、残りは全部、インフォーマルな場で学ぶチャンスです。そう考えてみると、学校外で学ぶ時間の方が圧倒的に長いので、そこで何やっているか、学校で学んだことをそこで使っているかが非常に大事です。

しかし、先ほどのカーンのグラフを考えてみますと、習得というのは結構時間がかかります。学校の先生に、習得に時間がかかることについて聞いてみたら、「そうなんです、すごく時間がかかんです」と仰います。実は、先生は私たちが想像する以上に、時間がかかるということを考えています。この青いところ(学校外の時間)が、必ずしも無限にあるわけではないので、本当に自分はこれが好きで、この習得に時間をかけようとする、結構やれることは選ぶ必要が出てきます。そう考えてみると、時間の「自己管理スキル」とか、「自己調整学習」ってものの中に、今日はこの作業を何分でやると自分で決めたりすることが、もっと大事な問題になってきて、自分の人生の時間をどこに掛けるかということを選んでいくことが必要となります。そして、その先に、自分が何に熟達したいとか、慣れてきて余裕が出てきたときに、さらにチャレンジングな問題をやるのか、解ける問題を

ずーっとやり続けて、ものすごい手際の良い熟達者になっていくのか、というところが、すごく大事なポイントになってくるのです。

そうすると、もう一つの先の話になるのですが、このような社会背景があるとすると、評価のあり方も、習得型から、徐々に変わっていかざるを得ません。もう少し、評価の枠組みを変えていかないといけないんじゃないかという提言がなされているわけです。

知識ベースの評価で今まではきたんですが、選択ベースの評価を考えることが必要になってきているということです。何故かという、人生は選択の連続なので、頭に知識を入れて終わりじゃなくて、賢く選ぶ力というものを評価したい。知識ベースで今まで来て、知識が悪いものじゃないんだけど、どうしても先生が、心の入れ物のようなどころへと知識を詰め込んで、テストで吐き出させるイメージをしてしまう。そうじゃなくて、知識って使えるので、知識を基にどこに活用するか、活用するだけじゃなくて、自分がどういう問題を解きたいかを選べるかというところまで聞くことにすると、評価が変わるはずなんじゃないか。そう考えると、評価の場面というのも、問題を解決して終わりじゃなくて、その問題を解くときに、自分の知識を、どこに捜して、時間をどこに費やして、学ぶかっていうことを問うものになってくれればいいんじゃないか。

ダンシュワルツが最近やっているのは、こんな評価の仕組みです。まず、「この人にオレンジ色の光を当てたい」、ということを想定します。オレンジ色の光を当てたいので、色を組み合わせると、オレンジ色を作らせる。実現するときにヒントの欄が2か所あって、結果がダイレクトに出てくる部分と、ここはカタログって書いてあるんですが、いろんな会社がカタログを売っていて、こんな原理で色が決まるということが書いてある。ところが、色をいっしょにする場合と光をいっしょにする

場合、加法と減法の二つがあるので、カタログのどれを信用するかは自分で決めなくっちゃいけない。

要するに、ポイントは、問題を解くときに、知っているかどうかではなく、知らないオレンジ色の実現の仕方を、どういうリソースを使いながら、考えるか、そういうチョイスの問題になっています。結果、やってみると、実際にオレンジ色を作れたかよりも、カタログを見に行くと、じっくりと原理を勉強していたことが日頃の数学とかの学習成果と関連していた。実験テーブルという実際に色を組み合わせることができる装置で結果はぱっと出るんですけど、そこでぱっと正解を出してオレンジはこれだ、とやっているタイプの子よりは、カタログを見に行っている子の学習成果の方が良かった。何が言えるのかというと、なんか問題を解くときに、一回一回正解にして終わりにするんじゃないかって、粘り強く繰り返しやりながら原理の発見をしようとするタイプの子が後で伸びていたということです。

こういったパターンのモノをたくさんやりながら、わかったことをまとめると、学習科学が見据える学びの変化は学校で、全員が「同じ答え」に「同じ時間」で到達すること（人はこれがとても苦手で特別な訓練が必要なことです）が求められていた世界から、学校内外で一人一人が「自分の時間」を選びながら、「学びたいこと」や「ゴール」「学び方」を自分で決める選ぶ世界へと変化しているということです。学校で今までやってきた同じ答えに、同じ時間でいっせいにたどり着けるか、このことを実現することはなかなか難しい。ですが、森先生が先ほどおっしゃった、誘導しながらピタッと、ゴールにたどり着く、教え合っているのがすごくうまくこなす先生がいます。このようなことをできるために、特別な訓練が必要な世界は、教育ではないんじゃないかって考えられる。それを変えてい

かないといけないと考えています。

ただ、このような話をするときと言われることが2つあります。1つ目は、ハーシュという教育学者がいうように、「アメリカ人ならこれは知っておいてね」という共通基礎教養は教えなくてよいのか、というのが一つ。2つ目が、こんなふうに一人一人が自分の時間を使ってという話だと、みんなが集まって、一つのクラスでわあわあ話す意味ってどこにあるのか、という問題が残ります。

この講演の後半では、大人と子ども、専門家と科学者、世代間の共通の基礎にしたいようなもの、ものの教え方、伝達したいものにはどういう意味があるか、というのを整理したいと思います。

カール・ベライターという講演の冒頭にも登場した人ですが、彼は、わかることとできること、スキルとコンテンツ等、いろんな知識の分け方があり、それらがいっしょにあることによって、いつでも使えるようになることが必要だと主張しています。

そう考えると、次のような分け方ができるんじゃないかと思います。問題を解くための知識、あるいはもっと簡単に言うと、概念っていうものと、物知りになるための百科事典的な知識の2種類があるんじゃないかと思います。

物知りになる知識は、庭に牛とか犬がいるとして私たちは即座に牛だ、犬だとは思いますが、哺乳類だとは思わない。あるいは、落下という現象を見ても、物が落ちるとか、潮が引くという現象は、それに名前「落下」「干潮」が付けられてすぐわかるんですが、それが実は重力が共通に働いているものだとはなかなか考えない。

そう考えると、物知りなのは全然悪くないことでしょう。生活ベースで事物や現象に直結している知識で、人と話したり、共通の基盤を作ったりするための知識というものが一般にあるだろうと思います。

ところが、実は落下と干潮というのは、目に見えない重力という概念で、説明すると、上手く説明できるんじゃないか、世界を説明したり理解したりするための概念、道具として作り出されたタイプの知識があるのもまた事実です。

前者のように「あれを知っておくんだよ」ということは、議論したり批判したり改善したりできないものですが、概念的な道具の方は、議論したり批判したり、解明していったり、できるはずの知識です。大事なものは、前者は、会話の中に、牛と出てきたら牛のことを、広島と出てくれば広島のことをイメージできる。これはすごく大事なことなわけですけれども、これだけでは、重力というものを学んだ後に、重力という概念が会話に出てきた時にだけ使えることになる。自分が生きてく中で、重量が大問題なんだけれども、重力というキーワードがどこにもないとき、これは自分で「重力で考えなきゃ」というふうにはならないでしょう。

そう考えると、知識をズバッと2つに分けてしまって、知っとけばいいんだよねっていう知識と、知ったものを集めてこういう原理なんだよね、こんな原理が裏で働いてるんだよね、という概念とに分けて、メリハリをつけていくといいんじゃないかというのが彼、ベライターの提唱です。

小学校でよくある一問一答方式は子どもたちが物知りモードになることが多いですが、発見学習でも物知りモードになる可能性がある。例えば、重力を学ぶとき、何もまとめずに体験だけを増やしていくと、結局重力という言葉にいろいろなキーワードがついていくだけで、説明するために重力という概念を学んでいるわけではない可能性がある。

あるいは、議論させても、テーマを決めて「この問題を解決してほしい」という授業でなければ、みんなが知っていることが出てくるだけで、その話をまとめて今日の議論の課



題を解決しようという話にはならない。そう考えると子どもたちを問題解決モードにするのに一番いいのは科学者がどうやって問題解決し、その結果を概念としてまとめてきたかを学習できるといい。そして、この概念は、研究者がこういう問題を解決しようとして作ってきたんだよねというようなことが伝えられるのではないかと思います。まあそれは簡単ではないとは思いますが。知識のこのような区別で考えた時に、専門家が教えたい肝となるのは知識のモードを切り替えることです。世界についての説明をするというときには、子どもたちの学んだことを使って世界についての説明ができるようになったり役に立つ道具を作り出したりすることで、何のために学ぶのかをわかるようになる。学ぶのは大学にいくためではなく、学んだことで君の世界が広がるんだというような経験が確保できるかどうかでしょう。

そう考えると学校に同年齢の子どもが集まることの意味は、仲間同士で学んだことを繋げて世界についての説明をするという学びにすることだと思います。そうすることでたとえば大人が答えをわかっているとしても、子どもが誰も置いていかれることがなく、教室の時間で知識社会を実現できるのではないかと学習科学は考えています。なぜそう考えるかというと、人は実は「自分で考えて自分の答えを出す」ことを日常的にやっている。しかし、自分が出している答えがほかの人と違いかもしいないということになかなか気づきにくいのです。そこで、共通の答えを引き出すための対話になると、相手がすぐには納得しないので自分の考えを変えたり、相手の答えのわかるところを取り入れようとして、視野が広がったりするのです。それによって一人一人が作ってきた議論というのが（経験則と呼ばれます）少しずつ抽象化していきます。科学者たちはこれを一生懸命みんなで作りがら学校で教えたいような原理原則や科学的

概念をつくりあげてきたのです。ところが授業では、この原理原則や科学的概念を素朴理論と切り離して一気にそれを教え込もうとしてきた。そうすると子どもがなんでそうなっているのかわからなくなる。だったら、わかりやすく説明したらいいじゃないかとなると、バブルのような理解ができてしまう。バブル型の理解となると、テストでかけるものだけが答えになってしまう。だけど、言葉に繋げて表現してみると、知識というものは形を変えて残っていくようになる。他人に説明していきながら考えをはっきりしたり、統合したりして納得していく、これを子どもたち自身の考えからスタートして大人の教えたいことに到達する協調活動が必要なんじゃないかということです。

#### 4. 知識構成型ジグソー法の体験と質疑応答

ここまで、レクチャーをつづけたので実感がわかないと思います。これまでレクチャーをしたことを関連付けていきたいと思います。それに関して三宅なほみ氏が開発している「知識構成型ジグソー法」っていうのを使います。この方法は、まず、科学者が今までやってきたような問いを出します。それに関して、3つそれぞれ違う資料を分担していただいてみんなが違う答えを知っているんだけど、それだけでは答えられないという状況を作っていきます。これはエキスパート活動と呼んで、即席でそれぞれの資料のエキスパートになってもらいます。そのあと一人ずつ自分の知っていることを持ち寄って3人で交換しみんなで答えを出し合い、課題を答えていく。もしできたらクロストーク(教室で交換してみる)をしていって、聞き手と話し手の役割を交代します。それが終わったら一人で答えを出すということをやっていききたいと思います。

それでは体験してみましょ。実はジグソー法を体験してもらおうときいつも先生方には、

理系の方には文系の問題をやってもらって、文系の方には理系のものをやってもらっているんですが、今日は皆さん一緒にやってもらいたいと思います。

これはなんでしょう。これは昔の冷蔵庫なんですけど、上が氷で、下が冷やすところです。これはシンプルですね。しかし今の冷蔵庫に氷はありません。どうやって冷やしているのでしょうか。冷蔵庫の横を開けて似ると、パイプが通っています。このパイプが、熱いところをぐるぐる回しながら冷蔵庫って冷やしています。きょうは、冷蔵庫がどのような仕組みで冷蔵庫を冷やしているのかを考えてみたいと思います。この装置はどのような仕組みで冷蔵庫のものを冷やし続けているのか。今持っている知識で考えてみてください。どうぞお一人で、その場で書いてみていただいて結構です。(3分)

さて、できましたか。-10度と書いてあるから中のほうは冷えるだろうというような感じはするんですけど、なんでこう冷えているか不思議ですね。その謎を解くために3つの資料を準備しています。隣の人は同じものを持っています。資料Aは、断熱圧縮について学んでもらいます。資料Bは液過熱、資料Cは圧力と沸点、それを学んでいこうと思います。-資料A, B, Cの映像を全員で見る。その後3から4人のグループを作り、どれかひとつの資料の解釈をし、いくつかの班が全体に向けて発表する-

発表ありがとうございます。みなさんの発表から聞いたことを生かして、もう一度答えを作り直してください。

-いくつかの班が発表する。「液体が期待になるときに熱が周りから奪うことが室内で起こり冷蔵庫が冷える。中で熱を蓄えて外で排出する。これが冷蔵庫の仕組みではないか。」-

ありがとうございます。みなさんどうでしたか。最初の答えより進んだ答えを作ることができたのではないのでしょうか。

実際の授業では、例えば、高校生の子供たちに葉が緑色なのはなぜかという問いでジグソー活動をしたりしました。学習科学がやりたいのは、出発点を大人が与えているけども、子どもに本当に答えてほしい問いがあって、それを子どもが答えていくということです。

-質疑応答-

Q「のんびり屋さん」(時間をかけてゆっくり上昇している群)が立ち上がっているというのは、レアケースではないか。

-発表者の回答-

A確かにのんびり屋さんがずっとやっていた方が上昇しやすいという例としては不適切な資料だったかもしれない。言いたかったのは、最初ゆっくりしていても時間を気にせずに学ぶチャンスがあれば十分な習得に達するということです。

-質疑応答-

Q内容の部分で今回のこの話の学習の仕方は活気的でおもしろい。この学び方、学習を進めると、専門化が進むのかという印象がある。エキスパートが出てきてそれらが話し合っ問題解決学習がすすむというのがイメージされた。しかし、これまでの教育は全体的に満遍なくできることがいいことだったのではないか。専門化が進むことによって、いいことか悪いことか、懸念される点が教えていただきたい。

Q話し合いが3人以上になった場合の最適人数は何人か。

Q今回はフラットな状況で、ある程度正しい知識で進んだが、もし間違った知識を持った状態で話し合いが進み、違う方向に進むこともありうるのではないか。

-発表者の回答-

A学習の仕方ですらやっぱり時間がかかるので、そこに特化するというのは、そのとおり。その意味でどうやってメリハリを付けてい

くかが大事です。構造化と精緻化をし、ブックアイデアを掴んで欲しい。

反面、今まで6コマかかっていた日米開戦の説明がジグゾーでやったら2コマで終わったという喜ばしい結果が得られた。何せ資料を分けますから。みんなで話し合っただけで考えをまとめるというところに時間を割くことになる。そして、たとえ自分たちで考えるところに時間がかかっても、自分たちで理解して自ら学んでいくようになる。

A 2人だとディベート的になってしまうので、3人がよい。4人だと2・2に分かれるので、3人くらいが最初やる時はやりやすい。ちなみに私たちが大学でやったときは、全部で24グループでやった。15回全部学生にジグゾーするときには、24資料をクラスに配って2つくっつけて次の二つで4つにしてというふうにした。

- ・生徒さんの発話を聞いていると、びっくりするくらい最初間違っている。何度もやっていくと、わからなかった言葉もなじむようになる。だから、間違った方向に突っ走るといったことはないのではないか。もし誤りが起きて関連付けに入っても修正されないとしたら、問いと資料が悪いだろう。

－質疑応答－

Q 今回の先生の方式でいくと、つまずきをどういう形で取り込んでいくのか？つまずくことで学ぶ、つまずかないようにする、そのバランスをどういうふうにお考えになっているかを教えてください。

－発表者の回答－

A ジグゾーがすべてではないので、ジグゾー以外のいろんな学び方を含めて、やっている。不完全な状態で説明しながら修正していくというのも一つの方法。もっと大掛かりに考えてみると、実はつまずきをもっと積極的に入れて、授業をつくるということを考えてもいい。

- ・例えばシンガポールでは、生産的な失敗と

いうことをやっている。無理難題を与えて、協調してやってもらうんです。子どもたちは自分の思いつきでやって、失敗する。先生は答えを言わずに、励ましかけで去っていく。とりあえずやらせるんです。先生も失敗を止めたいと思うんだけど、それを見守る。そうすると、失敗の中に共通したエッセンスが出てきて、それが数学の重要な要素になっているんですね。先生は最後に、専門家はこうやって、トライアルアンドエラーでやっているんだということを伝えることで、生徒は失敗することによって、何かを生産することを学習するんです。これでやると、先に公式を教えて答えさせる方法でやって場合と比べて、応用問題で差が開くんです。もっと面白いのは、シンガポールは偏差値で学校が分かっているけど、公式のほうだと偏差値と相関するんだけど、この方法だと相関しなくなります。これを見ると、もしかすると、シンガポールは国を挙げて受験勉強しているんじゃないか、子供が試行錯誤から学ぶ力を活用し損なっているのではないかっていう疑問が出て来ると思うんです。そうすると先生が変わっていかないといけない、ということをする人でなくて、シンガポールの学校が変わろうとしています。

- ・私が紹介したジグゾー方法は部品を与えて、まとめを自分で考えるということで、つまずきをなくす。それに対して、シンガポールはつまずかせる勉強法。ドラスティックなんだけど、そこから学ぶということなんです。そこで気をつけないといけないのは、どちらも子ども達が、まったくゼロから問題を出しているということではないということ。ゴールを先生がどれだけはっきりさせるかがすごく大事。ということなんです。