北海道浅井学園大学生涯学習システム学部研究紀要　第2号
Bulletin of Hokkaido Asaigakuen University
School of Lifelong Learning Support Systems No. 2
平成14年3月
March, 2002

発見学習の基礎理論と実際

Basic Theory and Reality of Discovery Learning

谷　川　幸　雄
Yukio　TANIKAWA

Ⅰ はじめに

発見学習の効能は，たんに知識形成の面にとどまらず，さらに態度形成の面にも期待される。問題をつかむー研究計画をつくるー予測や仮説をたてるー確かな知識までに高める，こうした一連の学習態度の形成の可能性を，発見学習に期待することができる。

この学習態度は，未知なるものの世界に入ってこれを掘り起こしていく武器である。現代の進んだ科学・技術は進歩の途上にある。科学はたえず仮屋であり，たえず作り直されていくべき仮構築である。

現代の科学の成果をしっかりと受け止めるとともに，さらに，科学の進歩に参加しうる能力を形成することが必要である。

変化と変革の激動の中にある現代社会及び将来社会にあっては，既知を踏み台にして未知を掘り起こしていく学力，つまり，生きた発展的な学力が大いに必要であると思っている。

こうした発展的な学力（生きる力，創造する力，など）の形成を，特に，小学校，中学校，高校時代に萌芽させることが大切である。

人類の文化における偉大な創造的，独創的な仕事は青年の夢，創造を大きく育てたときになされていると考えられる。そして偉大な発見や創作は青年期の終わり頃にすでに始まっている。たとえば，ニュートンの三大発見といわれる光の分析，万有引力，微積分法の萌芽は23～4歳の頃すでに考えられていたといわれ，アインシュタインが特殊相対性原理を発表したのは25～6歳のとき，ゲーテが「若きヴエルテルの悩み」を書いたのは25歳のとき，アーベルが「一般五次方程式の解法不能の証明」を考えたのが20歳代の前半といわれている。

私が発見学習の実践研究に取り組んだのは1961年頃からである。そのきっかけは，テスト結果はよくないが授業中での質問に対して，教師が予想もしていない考え方，発想をする子どももいることに気付き，子どもの自由な発想を教師は否定的にとらえるのではなく，肯定的に受け止め，検証していくことによって発見の喜びを体験していくことの重要性を認識したのである。そのことから，授業の形態を教師中心の知識注入型から子ども中心の知識探究型にかえるようにした。子どもの創造性を培う授業改造に取り組んできた一部をまとめたものである。

II　発見学習（Discovery Learning）の基本的な考え方

1．発見学習の意義

発見学習は学習者がすでにできあがった知識体系を学ぶのではなくて，知識が生成されるプロセスに参加し，規則性，法則，関連性などを自ら発見していく学習方法である。それらの知識は，学問的にはすでに既知の概念であるから，厳密には，「再発見」するということになるのであるが，学習者自身にとっては，原発見の経験を持つことになる。

広岡亮蔵氏は発見学習を次のように定義づけている。「発見学習は教材構造ができてくる過程を教育的に編成し，子どもをして，その過程を歩ませることを通じて，子ども自身の手によって教材構造をつくりあげさせる学習方法である。」

また， 水越敏行氏は『学習者が一つの結論を学ぶだけでなく，その結論ができあがってくる過程に参加する学習である。いろいろな関係，法則性について，帰納的，演繹的な発見の過程を学習者にたどらすことによって，知識生成の過程を追体験させ，様々な学習能力の育成，伸長を期待するのである。』さらに，「発見」ということについて，次のように述べている『私たちのいう発見学習は「一人立ちの発見」(independent discovery) ではなく，「導かれた発見」(guided discovery)なのである。最終的には終着駅に着けるように，つまり学習のねらいを達成できるように教師が思考の素材も思考の筋道もコントロールしていくのである。手放しのままで一人立ちの発見をさせることは，教育的視点に立てば決して最上のものとは云えない。私たちの発見学習は「仮説」－「検証」という基本過程を軸とするのであるから，複数の仮説として出されるものの中には，当然誤りをふくむものがあるとしても，それは事実に照らしての検証でチェックされる。だから「誤り多い学習」(errorful learning) というのは「正誤を含むいろんな仮説が立てられる学習」という意味に解すべきであろう』

一方 永野重史氏は「まず発見ということを，教授目標として設定された行動状態(behavioral state) の意味で使う場合と，何らかの行動状態に到達する際の，それに至る過程 (process) の意味で使う場合とが区別されなければならない。前述の場合には，発見学習とは，発見を学習させること (learning to discover)，すなわち，発見の能力として示される終局状態を目指す教授のことであり，後述の場合には，発見学習とは，発見による学習(learning to discovery)であり，何らかの目標を発見的方法によって教えることを意味する」

私は30数年，数学教育を通して発見学習に取り組んできたが，誤答の多い学習ほど発見学習のおもしろさが解り発見の喜びは大きいし学習への意欲，関心は一層高まる。そんなときの教室は熱気に包まれ，集中力にはすごいものを感じる。誰かがアイディアを発表したとき「ナルホド!」「サエテル!」「サスガ!」ということばが教室内にこだまする。このような授業展開になるためには，教師自身が自由奔放な発想を持ち，子どもの考えを受容し共感する気持ち，すなわち学習カウンセリングの技法や姿勢を持つことが大切である。(本研究紀要の第1号掲載)

発見学習は目的，内容，方法の三つの面の有機的統合体として存在するといえる，しかしその真価はこの方法面にある。発見学習は，レディメイドの知識や，結果としての知識を，教師が子どもに提示し，解説していくような方法はとらない。そうではなくて，知識なり概念なりができあがってくるプロセスを，子どもにたどらせる方式を提唱するのである。もちろん原発見の生成過程をそのままたどるような授業展開は不可能であり不必要である。既知の知識を，教育的に修正し，単純化した上で，その生成の過程に子どもを参加させるという考え方をとるのである。だからそれは，既知の知識という視点に立てば「再発見」(rediscovery)であるが，子ども自身にとっては未知の事実の「原発見」(unknown discovery)になるわけである。

この発見学習を通して何を期待するのか，①日常生活でも常に課題意識をもった生活態度の育成　②物事を追究し，創造する力を醸成する　③物事を処理する能力，思考力を育てる　④グループ学習など通して協調性やコミュニケイション能力を育てる　⑤発見の喜びや感動を体験し，思いやりの心を育む。このような願いを持ちながら，数学教育というより，数学を媒体として取り組んできた「教育数学」の30数年，私自身にとっても，子ども自身の人生にとっても，発見学習の意義は大きいと考えている。

2．ブルーナー（Bruner.J.S）と発見学習

発見学習という用語が広く使われるようになったのは，1964年頃と云われている。それ以前に「課題解決学習」という仮称でよばれていた時点までさかのぼってみても，まだ40年もたっていない。だから発見学習は，戦後に輩出した授業形態の中では，比較的新しい部類に属するのだという考え方が，一応は成り立つ。

しかし，発見による学習という発想そのものは，決して新しくはない。近世以降に限定してみても，コメニウス（1592～1670），ルソー（1712～1778），ペスタロッチ（1746～1827），スペンサー（1820～1903），デューイ（1859～1952），ラッセル（1872～1970），わが国では篠原助市（1876～1957）ら教授学の巨星が説く理論の中には，今日の発見学習の原型に当たるようなものが，さまざまな形で組み込まれているのである。

たとえば，ルソーは『エミール』（1762）の第三部において「子どもが学ばねばならないものを，諸君は彼に提供する必要はない。それを欲し，探究し，発見するのは彼の仕事である。諸君の仕事は，それを彼の射程距離内においてやり，欲求を生じさせ，満足させる手段を与えれば，それで十分なのだ」と語っている。

デューイも『学校と社会』（1899）で，新しい学校が利用し活用すべき子どもの衝動の一つに，知的探究や発見にたちむかう子どもの本能的な衝動をかぞえ上げている。

さらにまたラッセルも『教育論』（1926）の結論のところで，教える内容を量的に増大するよりも，もっと大切なことがある。それは自分で知的冒険を自由にくりひろげ，自分の力で発見という航海へ出発しようとするセンスであると説いている。

このように，ルソーやデューイたちは，学習者の内なるものの開花に依拠し，学習の出発点としては常に「学習者の経験」をすえている。

ブルーナーらの主張する発見法 (The discovery method) が，わが国の発見学習にもっとも近いと考えられる。しかし，その実践をみると 8 ～10才の学習者に因数分解を発見させたり，そのスケールの大きい，奇想天外ともいえる実践がとられている。ブルーナーが主張する発見法即ち，発見学習の効果として，次の 4 点を指摘している。

①知的な態度能力の芽の発見　発見学習の経験を積んでいくと，子どもたちは外界からの刺激に対して盲目的な反応をしなくなり，ある種の見通しをもち，仮説を立てて観察したり反応したりする態度を身につけるようになる。つまり，法則を発見してやろうとする身構えた心，訓練されたイマジネーションを育成することができる。さらにまた，当面の課題の解決に必要な情報を収集・組織・修正するストラテジー (strategy) の訓練にとっても，発見学習は好適な機会を提供する。

ところで，ブルーナーがここでいう intellectual potency （直訳すれば知的な潜在能力）は，ラッセルが「生涯を通しての知的冒険の構えとセンス」を強調したこと，およびデューイが，「立ちどまりー考えーその考えに従って行動する」という反省的思考態度の形成を目指したことと，ほぼ完全に一致する。発見学習と創造性の開発との関係をさぐる上にも，重要な手がかりの一つと思われる。(この点は創造性の開発と発見学習で改めて取り上げることにしたい。)

②外的な報酬（外発的動機づけ）から内的な報酬（内発的動機づけ）へ　外部からの動機づけによる学習では，子どもは受身の構えに追いやられ，結果的には皮相的かつ断片的な知識の習得に終わりがちである。ところが発見学習は，探究したり推理したりして問題を解決すること，またたとえ解決できなくとも，そうしたアクティブな知的探究を営むこと自体に，喜びを感じ，学習への動機づけをえることができる。こうした内発的動機づけこそが,「生きて働く学力」の保障につながるというわけである。

③発見のしかたを学びとる　当面した困難な手のうちようもないような事態を，どのようにしたら，私たちが解き方を心得ているような形に，少なくとも解決の手がかりのつかめるような形に転換していくことができるかを学びとるーこれは文字通り問題解決の成否を左右する鍵である。仮説→検証のプロセスをたどる発見学習は，そのような転換のしかた，探究や発見のパターンを学ばせるチャンスを多分にもつ。ブルーナーの著書の一つが『学習についての学習 』(Learning about Learning) と名づけられていることからも，この問題にかけた彼の熱意はうかがい知れよう。創造性に関するいくつかの文献からみても，前記したような意味での探究・発見のパターンを身につけることが，新しい問題場面で，より速く，より適切なアイディアや仮説を生むことにつながるのだという点が，共通して指摘されている。したがってこの③は，①の知的態度能力の芽とも，深い関連をもつといえる。

④記憶の保持を助ける　人の記憶は貯蔵 (storage) ではなくて，回復 (retrieval) なのだという。ということになると，記憶を長く保持するためには，必要な時にいつでも情報が再現できるように，各人の認知構造の中に，有意味な連関をもって位置づけられていなければならない。発見学習は子どもに主体的は探究・発見のプロセスをたどらせ，情報を選択，修正，組

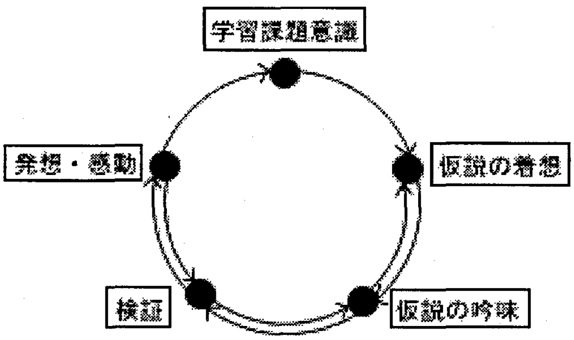
織して，解決にもっていく技法＝ストラテジーを会得させるわけだから，記憶の保持という点で，すぐれた効果を期待できる。

こうした発見のプロセスを重視する学習によって，どのような能力の育成を目指すか，ブルーナ（Bruner.J.S.）は，① 問題を見つけだす能力や態度の育成，② 内発的動機づけの強化，③ 発見の学習の仕方，　そして④ 記憶の把持を上げている。

3．発見学習の基本構造

発見学習のねらいを一言でいえば，既知の概念を土台にして未知の世界を切り拓く，発展的学力の形成にあるといえる。即ち一つの事象を思考するときに転移力（類似場面への転移する力）応用力，創造力を形成することである。そのためには，発見学習の基本的な学習過程をパターン化しておくことが必要である。パターン化は多くの学者によってなされているが，私の数学教育を通しての30数年の実践から右記（図-1）のように学習過程を構造化して実践的な研究を行ってきた。以下，それぞれの学習過程について述べたいと思う。

図-1　発見学習の学習過程



●学習課題意識（Subject of learning consciousness）

子どもたちが一つの問題場面に当面する。それがこれまでに習得した知識，経験でもって解決していけるのなら，新しく学習という行為は付加されない。ところが既知の概念を総動員してみても，過去に経験した解き方のすべてをあてはめてみても解けない。しかもその問題から逃れられない。こういう状態に追いこまれた時に，直面した事態は，単なる問題としてではなく，克服し解明すべき課題として自覚される。

この段階では，中心をなす思考というべきものは，バランスを失っている状態の自覚と，その失われたバランスを回復したいという欲求が，思考活動の中核をなしている。トーランスはこうしたズレの自覚を創造活動の源泉だといい切っているし，またデューイは，叉路的事態などに直面しての当惑や不安を，反省的思考の出発点においただけでなく，問題解決に立ちむかわせる起爆力としての価値を重視している。このことが，次のステップに連動されるために必要なことである。

そのために，教師は，導入（introduction）や学習の動機づけ（motivation）に最善の工夫をこらすことが必要である。教科書や教師中心の授業・導入展開では，学習課題を意識するという第一段階での指導には不充分であると考えている。

具体的学習展開については，後述するが，教育機器の活用などシステム化していくことが望まれる。

●仮説の着想（Making assumptions）

学習の課題が意識せられ，事実しらべによって問題の全体像とともにいくつかの手がかりが得られると，それに基づいて解決の方策がいろいろと立てられる。いわゆる仮説の着想である。ここで有効な仮説が生まれるか否かが，学習の結果や効果を直接に左右するということができよう。ここはまず，特定の方法に固執することなく，可能な限りいろいろと解決のアイディアを出してみる場面である。また，ピンときた閃きによって，解法を洞察する場面でもある。

ここで中心をなす思考はといえば，ゆたかなアイディアを生む一種の拡散的思考(divergent thinking)と，閃きや洞察を生む直観的思考(intuitive thinking)と，それに叉路的事態に直面しての分かれ道思考(alternative thinking)といったものであって，いずれも発見学習を特徴づける重要な思考である。このことからしても，この仮説を立てる第二段は，発見学習のカナメとなるところであり，教材や学年によってこの基本過程が変えられても，この段階は欠くことはできない。

現実の授業場面では，有効な仮説を生み出せるような指導性を教師が発揮することによって，「導かれた発見」の本領を発揮することができる。

問題をたえず全体に投げかけ，集団の仮説にまでたかめる努力をすることである。
集団またはグループ（グループ学習を導入している）の発見学習はともすれば，教師と少数の発言力ある優秀な子どもだけの陽気な経験に終わり，その他の者が静かなる観衆になってしまう危険性をもちあわせている。

●仮説の吟味（Examination of assumptions）

直観的思考によって洞察された仮説は，いくつかの誤りや論理の矛盾を内含していたり，時には全く見当はずれのこともあり得る。また，たとえ正しい結論に導く仮説が出たとしても，それは必然的に生まれたのではなく，偶然に当ったということも考えられる。さらにまた，直観や洞察で途中をとび越えてきただけに，事態の中身やプロセスが，正しくおさえられ，固められていないということもある。

こうして，仮説を吟味するという第三段が必要となってくる。つまり，一貫して筋の通った仮説にねり上げること，それとともに，どのようにたしかめたらよいのかという具体的な検証の条件・方法の予想を兼備すること，これがねらいである。

さてこの段階で中心的な役割を果たす思考は何であろうか。前の仮説を立てる段階では直観的思考が主役を果たして，問題へ切り込み，解法を着想する。この段階では，飛躍によるブランクを埋め，客観の光にさらして精練する論理的思考（分析的思考）が主役となる。

そこでこの段階では，分析・総合の論理的思考と，拡散した仮説やアイディアを収斂していく集中的思考(convergent thinking)が主役として表面に立つが，たとえば第二次仮説，つまりどのようにしてたしかめたらよいかの具体的な検証方法を出す場合などでは，直観的思考が不可欠の役目を果たすことになる。さらにまた，そうした実証の手続き方法だけに限らず，ともすれば機械的な分析作業に陥りがちなこの段階に，たえず比較・対照，類推などの生きた思考

操作の息吹を送り込むのも，この直観的思考である。

さて現実の授業場面では，仮説を詳細に吟味すること，グループ討議の中から出た仮説，あるいは個人から出た仮説，それぞれを異なるグループが吟味し，学級全体の仮説として確認する。そして，それを言語化してコミュニケートすることも必要である。

次に，効率のよいたしかめ方を考案すること。煮詰められた仮説は，その検証の方法を考察し，具体化することによって，一層の合理的な説得力と具体性をもつようになる。前段でのプリミティブな仮説を立てた時は，アイディアの流暢性がむしろ奨励された。しかしここではむしろ，アイディアの綿密性と具体性が要求されるわけである。

●検証（Verification）

前段でねり上げられた仮説を今までの既知の概念を組み合せたり，統合したりして，検証が進められ，信頼し得る一般的命題や法則性がとらえたということになり，既知の概念が拡大され「高い学力」「生きて働く学力」が形成される。

現実の授業場面では，このたしかめの段階が，検証という本来の機能の他に，定着練習という異質な機能をもあわせもつことが多い。たとえば数学（算数）で，みつけ出した規則を，類似のいろんな問題場面にあてはめ，たしかめる作業の中で，一種のドリル的な定着練習をも兼ねさせ，数学的技能をきたえる場面などがそれである。一般に発見学習は時間的制約のために，しばしば定着練習の時間が縮小されがちである，その結果，みつけるにはみつけたものの，結局自分のものにマスターできずに終わるケースが，数学（算数）以外の教科（たとえば技術教科郡）にもみられる。というのが研究者の意見であるが，私の実践研究では，トータル的（中・高校生の場合であれば１～３年間）に見るとその心配はない。授業だけが学習時間ではない，家庭学習で検証の経過をＯＨＰシートに書く，それを授業で発表する。放課後自主的に学習をするグループも出てくる。

後述するが，テスト結果も中間テストより期末テストと時間の経過，内容の深化とともによい結果となっている。

●発展・感動（Development impression）

この段階は前段の「検証」と不可欠にゆ着している。単に量的に多くというだけでなく，より高次な次元へという意味あいをこめて，できるだけ他の事例にあてはめて，その妥当性を演繹的，帰納的に確認し，発展させ再発見の喜び，感動を体験させることが大切である。

現実の授業場面では，(ア)発見した法則や概念を，より高次な問題場面に適用することによって，その信頼性をたしかめたり，適用限界を見定めたりする。(イ)内的関連性のある発展的問題場面に立ちむかわせる。たとえば授業で相加・相乗平均（$(a+b)/2 \geqq \sqrt{ab}$，$a \geqq 0$，$b \geqq 0$）の不等式が証明されたとすれば，その法則性を使って，より高次な不等式の証明へと発展させていくのである。(ウ)次の学習課題へのルートをつけること。最後の発展の段階が，次の単元での学習課題を意識し，把える段階へとつながっていくならば，スパイラルな学習過程の理想的な形が実現できたことになる。

以上述べてきた５つの基本過程①学習課題意識②仮説の着想③仮説の吟味④検証⑤発展・感動の基本的な５段階を指導者はしっかり捉えておくことが大切である。特に⑤の発展・感動で強調しておきたいのは，発見の喜び，感動を体験させることがこの発見学習のねらいでもあることを忘れてはならないことである。

Ⅲ　創造性の開発と発見学習

１．創造性の意義（Meaning of creativity）

創造性の定義は，研究者によってさまざまであるが，次のようにまとめることができる。創造性とは，「新しい価値のあるもの，またはアイディアを創り出す能力すなわち創造力，およびそれを基礎づける人格特性すなわち創造的人格」である。この際「新しい」という意味には，社会的，文化的に価値のある質的な変革をもたらす場合と，個人にとって新しい経験という場合とがある。成人の創造性を評価する場合には，ふつう社会的基準に基づいて行なわれる。すなわち新しさの評価は，私たちにとって価値ある新しさをもつかどうかが評価される。子どもにとって，その個人にとって価値のある新しさが評価される。

一般的に創造活動は，その活動または所産（アイディアを含む）が，社会的価値基準に照らして創造的であるかどうかで決められる。しかしこれを創造過程としてみると，個人にとって価値のある新しさということが基準として立てられる。その点では，成人も子どもも同じで変わらない。そこで子どもの創造性の教育では，個人的価値基準が尊重される。この点に関して，マスロー Maslow,A. H.は，創造性を「特別な才能の創造性」と「自己実現の創造性」に分けている。前者では，その創造活動は，社会的に評価されるが，後者では，その人にとって価値ある新しさが大切にされる。一般に自己実現の創造性が基本的なものであり，学校教育では特に重視される。創造性は，大きく分けて創造力と創造的人格に分けられるが，創造力は創造的思考と創造的技能に分けることができる。

また，F・Eウイリアムズ教授の定義を借りれば，「これまで無関係であった情報を関係づけ，いくつかの情報を新しい形に結び合わせ過去の知識を現在の新しい情報の流れに融合させて独創的な洞察や異例な反応，あるいは慣例の知識の不慣例な観念，産物，行為への交換を生み出すこと」といっている。

１）創造的思考（Creative thinking）

創造的思考は，創造的想像と大体同じものと考えられる。いずれも想像と思考の両方の機能をもっている。すなわち想像によって新しいイメージを生み出し，これを思考によって具体化するのである。また創造的思考は，拡散的思考（思考の方向が多種多様に変わっていく思考）と収束的思想（ある一定の方向に導かれていく思考），あるいは直観的思考と論理的思考とが，それぞれ統合されたものとしてとらえることができる。思考，特に収束的思考と論理的思考は，従来の知能の概念として重視されてきたが，想像ならびに拡散的思考と直観的思考は，創造性の重要な特徴として改めて注目されるようになった。創造的思考の特性として，①思考の速さ

(流暢性)：一定の時間に出す適切なアイディアの総数，②思考の広さ（柔軟性)：アイディアの次元と観点の広さ，③思考の独自性（独創性)：独自で，ユニークな答え，④思考の深さ（具体性)：アイディアの具体性，付加価値の豊かさ，の四つがあげられている。

2）創造的思考の過程（Process of creative thinking)

創造的思考の過程は，①問題発見，目標決定の段階，②問題解決のための仮説設定，目標達成のための発想の段階，③仮説検証，課題達成の段階，を含む。ギルフォード Guilford,J. P. は，この過程では，拡散的思考（divergent thinking）と収束的思考ないし収斂的思考（convergent thinking）が統合されていると考えている，拡散的思考とは思考が多方面に向かっていく思考であり，収束的思考はある一定の方向に向かっていく思考である。例えば，問題解決の仮説を設定する場合，拡散的思考によってお多方面にわたる思いつき段階の考え方を出し合い，これを収束的思考で一つの仮説にまとめる場合がそうである。

彼は，従来の知能テストは，主として収束的思考の測定に意を注いできたが，創造的思考の角度から特に拡散的思考に注目する必要があるとして，想像性テストを考案している。想像性テストでは，流暢性（思考の広さのことで，他者が出される)，独創性（思考の独自性のことで，他者が出さない価値があるアイディアがあるか否かによって測定される)，具体性(思考の深さのことで,アイディアがどれだけ具体的に明確にとらえられているかによって測定される)を測定している。これら四つの特性のうち，流暢性，柔軟性，独創性は主に拡散的思考が生み出すものであり，具体性は収束的思考が生み出すものである。

2．創造性の開発（Development of creativity)

この開発とは，創造活動を盛んにし，創造活動を行う人を育成し，創造性を高めることを意味して，①創造活動を成功させる諸要因のうち，現実に確保することができるものは計画的に確保すること，②創造活動を理解することによって，気づかずに創造活動を妨げることがないようにすること，③操作的な要因は計画的につくり出すことができるので，これを中心に創造性の向上を図ること，④創造活動の成分あるいは必要条件とみなされるもののうち，子どもの拡散的な思考活動のように，一般的な教育の中で可能である啓発と訓練を行うこと，⑤創造活動と成分を共通にするところがある問題解決，思考，制作，協働などの活動を行わせ，その活動の発展を期待すること，などが提唱されている。

湯川秀樹著「創造的人間」の中で「創造性を発現するには，相当の準備期間が必要である。つまり，いろんな知識の獲得，訓練が必要であります。種々の前提条件が満たされた状態において，はじめて創造性を発現できる･･･」と述べている。

一方，江崎玲於奈氏（ノーベル物理学賞受賞者）は創造性を育てる5つの要因を挙げている。①いきがかり，しがらみにとらわれてはいけない②権威といわれるものにのめり込んではいけない③戦うことを避けてはいけない④無用なものは捨てなければならない⑤みずみずしい感性のようなものを失ってはならない。

3．創造的技能・態度（Creative ability attitude）

創造的技能（創造的表現力）は，ある基本的な技術を修得し，熟達することによって生まれてくる感覚・運動的能力で，従来の技術水準を超え，新しい高次の水準に達したものである。これには創造的思考が生み出すアイディアが基礎になっている。これが仕上げられ，技術的な手続きによって所産が生み出される。もう一つは，基礎的な技術のドリルが根底となり，その感覚・運動的能力の熟達によって新しい所産が生まれる場合である，すなわち創造的技能には，創造的思考または技術のドリルが重要な基礎になっている。

創造的態度は，創造性の人格特性を分析することによって究明することができる。創造的態度としては，自己統制力，自発性（自主性，主体性，自律性），衝動性（心的エネルギーの強さ），持続性（心的エネルギーの持続性）探求心（好奇心），独自性（独創性の基礎），柔軟性（解放性，融通性），精神集中力などが挙げられる。

以上のことから創造性は，創造的思考，創造的技能および創造的態度の三つの側面からとらえることができる。また，創造性は創造力を創造的人格の総合概念としてみることができる。

創造性開発に最も関係の深い創造力という立場からみると創造力の因子は次のように考えることができる。①問題を受け取る感受性と能力，②思考の生産性（思考の円滑さ，思考の速さ，アイディアの数），③思考の柔軟さ（状況に対応する能力），④独自性，⑤再編成（再構成）する能力，⑥遂行するための工夫，⑦分析力，⑧総合力，⑨透徹力，⑩直感および直観

創造性開発は，これら創造力の因子を開発することと言える。

1）創造性の特徴（Creativity characteristic）

創造性について，ほぼ共通して認められている特徴に，少なくとも次の五つをあげられると思う。①課題意識―ズレの自覚が一貫して働いており，これが創造活動のエネルギー源となっていること。しかしいかに課題意識がもたれたとしても，②創造は無からは生まれ得ないのであって，既知の土台があって，しかもそれのあらたなる結びつき，組み合わせによって，はじめてもたらされる。しかも③創造というからには，既知の新しい結びつきというその新しさが，既存の枠からの質的な飛躍を結果的にもたらすのでなければならない。こうして，今かりに一つの満足すべき成果がもたらされたとする。しかし④その一つの創造は，次のより大きな創造への志向をよびおこさずにおかないという意味で，それは不断の発展過程の一点にすぎない。最後には，⑤こうした創造活動はまさに全人的な営みであって，決して小手先の技術や特技ではない。

2）創造性開発と教育（Creativity development and education）

湯川秀樹氏が，創造性の発現は，突然生まれるものではない。相当の準備期間が必要であるといっているように，創造的な態度能力の芽をできるだけ早い時期から，計画的かつ系統的に子どもの中に育てることが創造的人間の育成につながると考えている。

前述の創造性の特徴を踏まえながら教育的アプローチを考えると①好奇心，疑問を子どもの中に育てていく②既知の土台を豊かなものにする③過去の概念にとらわれない自由奔放なアイ

ディアを大切にする④それを具体化しうる能力を鍛える。指導者はこのようなことを踏まえ，知的探究の態度能力の形成を図ることが大切である。

3）創造性の開発と発見学習の構成

ブルーナーが発見学習の効果の一つとして挙げている「知的な態度能力の形成」は上記の点と深く共通すると思われる。

発見学習の構成を図式化すると次のように考えられる。これが，創造性の開発と密接なかかわりをもっている。

●発見的学習の構成

課題意識 →	洞　察 →	再構成 →	仮説・検定 →
学習への motivation 学習への introduction	類　推 試行錯誤 組み合せ 構　想 (直感的思考)	既習の要素の 確認，再構成 (拡散的思考)	見通をつける 具体性 綿密性 合理性 (分析的思考) (論理的思考)
→ 再仮説，再検定 →	解決・証明 →	創造，発見の喜び →	発　展
(反省的思考)	(集中的思考) (収斂的思考)		

Ⅳ　発見学習の実際

1．教材の構造化と発見学習

発見学習を展開するためには，単位教材の中身を精選してその根幹にあたる本質の仕組を取り出すことである。

教材構造を子どもの身についたものにしようと思えば，その出来あがった結果を提示する系統学習の方式では不充分である。子ども自身が教材構造が出来てくる過程に入りこみ，自分で苦労して構造づくりに参加する。つまり，教材構造をその育成過程に教育的に還元し，子どもの手によって教材構造をみつけださせ，つくりあげさせることを学習方法の原則とすることが重要である。

不等式の基本的事項と発展的事項（例）

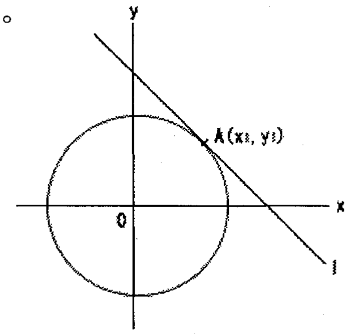
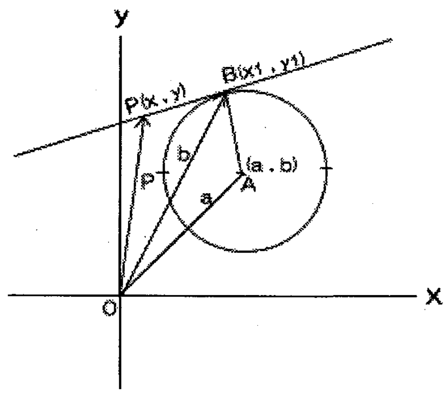
事項・項目	基本的事項	発展的事項
実数の大小関係	・$a>b, a=b, a<b$　・$a>b, b>c \rightarrow a>c$ ・$a>b \rightarrow a+c>b+c$　・$a>b, c>0 \rightarrow ac>bc$ ・$a>b, c<0 \rightarrow ac<bc$	
絶対不等式	$(a+b)/2 \geqq \sqrt{ab}$，$(a\geqq 0,\ b\geqq 0)$， $\lvert a+b\rvert \leqq \lvert a\rvert+\lvert b\rvert$，a,b 実数	
絶対値の記号を含む不等式	$\lvert x+3\rvert<2$ など	$\lvert x^2-x-2\rvert<x+1$ 2次式を含むもの

2次不等式	$a>0$, ax^2+bx+c が相違なる2実数 $\alpha,\beta(\alpha<\beta)$ ・ $ax^2+bx+c>0$の解　$x<\alpha, x>\beta$ ・ $ax^2+bx+c<0$の解　$\alpha<x<\beta$ $a(x-\alpha)^2>0, a>0 \rightarrow x\neq\alpha$ のすべての実数 $a(x-\alpha)^2<0, a>0 \rightarrow$解なし $D=b^2-4ac<0$のそき $ax^2+bx+c>0, a>0 \rightarrow$すべての実数 $ax^2+bx+c<0, a>0 \rightarrow$解なし	文字関係の不等式 ・$x^2-ax>0$ ・$x^2-(1+a)x+a>0$，など ・$ax^2+bx-1<0$の解が$-1/2<x<1/3$となるa, b決定など
連立不等式	連立一次不等式 連立二次不等式	
高次の不等式	$(x-1)(3x+1)(2x-7)<0$ $x^3-5x^2+7x-3<0$	
無理不等式		$\sqrt{x+1}<(2x-1)$ $\sqrt{x}>2-x$ 程度のもの
		$x>1/(x-1)$, $x-5\leqq x/(1-x)$
不等式の証明	・$a+b/2\geqq\sqrt{ab}$，$(a\geqq0\quad b\geqq0)$ ・$a^2+b^2\geqq ab$ ・$(a^2+b^2)(x^2+y^2)\geqq(ax+by)^2$ ・$(a+b)(1/a+1/b)\geqq4\quad a>0\quad b>0$ ・$x^2+y^2+z^2\geqq xy+yz+xz$ ・$\lvert x+y\rvert\leqq\lvert x\rvert+\lvert y\rvert$ ・$\sqrt{xy}\geqq2xy/(x+y)$，$(x>0\quad y>0)$ ・逆，裏，対偶について ・$(a+b+c)/3\geqq\sqrt[3]{abc}$，(a，b，c 正) ・a，b，c，d 正 $(a+b+c+d)/4\geqq\sqrt[4]{abcd}$	・$a\leqq b\quad x\leqq y$ のとき $(ax+by)/2\geqq(a+b)/2\cdot(x+y)/2$ ・$a/b<(a+d)/(b+d)<c/d$，(a,b,c,d 正) ・$(a^2+b^2+c^2)(p^2+q^2+r^2)\geqq(ap+bq+cr)^2$ などの発展的な問題を考えさせる。
不等式の表す領域	一次不等式の表す領域 二次不等式の表す領域　$ax^2+bx+c\ 0$ $x^2+y^2\gtreqless r^2$ など 連立不等式の表す領域 $f(x,y)\cdot g(x,y)\gtreqless0$の表す領域 不等式の表す領域と応用(最大，最小 etc)	$xy>1, y-1/x>0$ $y>\sqrt{1-x}$ など $(y-1/x)(x-y)\times(x^2+y^2-4)\geqq0$など

2．発見学習の授業展開

●「円と接線」展開例

教材	円 $x^2+y^2=r^2$の周上の点 $A(x_1\cdot y_1)$における接線の方程式を考えてみよう。
課題意識	・ 今日は一年のときに学んだ，円と接線について，もう一度整理してみよう。 ・人に接することのむずかしさ･･･男女間の問題　　円とは和，輪･･･「幾何学と人間関係」について話しますと･･･，今日，数学的に考えてみよう。 ・ I君　円について，中学校，高校と学んだことで知っていることを････ ・ Y君　丸い顔をしているけれど，どうだい･･････ (10数人に質問していく) (事前に指導の Point を整理し，予定した定理だけ出れば次の段階に入る)

洞察	・ それでは，この問題を読んで，すぐ頭にくるのは何だろうか (頭にくる・・・誤解しないようにね) ・ Yさん！・・・判別式D＝0　です うん　よし，それを(A)アイディアとしよう。 T君は！・・・直交する　0Aと直線が・・・ なるほど・・・(B)アイディアとしよう。 P君は！・・・距離の方式を利用する・・・ということは 0からの距離がrであるから ・・・(C)アイディアとしよう。  Rさんは！・・・$\begin{cases} x^2+y^2=r^2 \\ y=ax+b \end{cases}$ とおいて連立を解く・・・ それから，どう考えればよいかな・・・ T君と同じ方法になると思います。　(D)アイディアとしよう。 S君は！・・・微分して・・・考えるとよいと思う。 なるほど，高度になってきたぞ・・・(E)アイディアとしよう。 もうないかな！Q君・・・ありそうな顔しているけど・・・ ベクトルと用いたら出来ると思う・・・サスガ！(他の生徒の声) よし，(F)アイデアとしよう。
再構成	さて，色々のアイディアは出たが，これをどのようにして，整理していくか？ 分析をして仮説をたて・・・10分ぐらいで，それぞれの方針で計算してみよう。
仮説 説明	机間巡視，助言，仮説の検討など（吟味）
再仮説 再検定 解決	出来あがったと思う人は，黒板にかいてみて下さい。(要点のみ印刷) T君：$y=-x_1/y_1\times x+b\cdots(1)$　　$x_1{}^2+y_1{}^2=r^2\cdots(2)$ (1)にA(x_1y_1)を代入 $b=r^2/y_1$ $\therefore x_1x+y_1y=r^2$ Yさん：$\begin{cases} x^2+y^2=r^2\cdots(1) \\ y=ax+b\cdots(2) \end{cases}$ (1)(2)より　$x^2+(ax+b)^2-r^2=0$ $D=4a^2b^2-4(1+a)(b^2-r^2)=0$ よって $a=\pm\sqrt{b^2-r^2}/r$ $ar=\sqrt{(y_1-ax_1)^2-r^2}$　($\because b=y-ax$) $\therefore a=-x_1/y_1$ $\therefore x_1x+y_1y=r^2$ Sさん：$x^2+y^2=r^2$ $y'=-x/y\ (x-x_1)$ よって $y-y_1=-x/y\ (x-x_1)$ $\therefore x_1x+y_1y=r^2$ Rさん：$y=\pm\sqrt{r^2-x^2}$ $y'=-x/\sqrt{r^2-x^2}$ $y_1=-x/\sqrt{r^2-x^2}\quad x_1+b$ よって $x_1x+y_1y=r^2$ P君：　距離の公式より・・・(略)  Q君：$\overline{AB}=\overline{b}-\overline{a}$　　$\overline{BP}=\overline{p}-\overline{b}$ AB⊥BPより　$(\overline{p}-\overline{b})(\overline{a}-\overline{b})=0\cdots(1)$ $\lvert\overline{AB}\rvert^2=r^2$より　$(\overline{a}-\overline{b})(\overline{a}-\overline{p})=r^2\cdots(2)$ (2)−(1)より　$(\overline{a}-\overline{b})(\overline{a}-\overline{p})=r^2$

	よって　$(\overline{p}-\overline{a})(\overline{b}-\overline{a})=r^2\cdots(3)$ (3)を成分で示すと $\overline{p}-\overline{a}=(x-a,\ y-b)$　$\overline{b}-\overline{a}=(x_1-a,\ y_1-b)$ $\therefore (x-a)(x_1-a)+(y-b)(y_1-b)=r^2$ 中心$(0,\ 0)$とおくと $x_1x+y_1y=r^2$
創造発見の喜び	さて，みんなで，解答を検討してみよう。創造，発見の喜びを知る！
発展	次にすこし困難な問題を出しておくから，家で考えて来て下さい。次の時間に一緒に考えよう。 楕円　$x^2/9+y^2/4=1$上の点から直線$x-2y+10=0$に下した垂線の長さの最大値最長値を求めよ。　　（都立大）

3．発見学習を中心とする授業展開とテスト結果

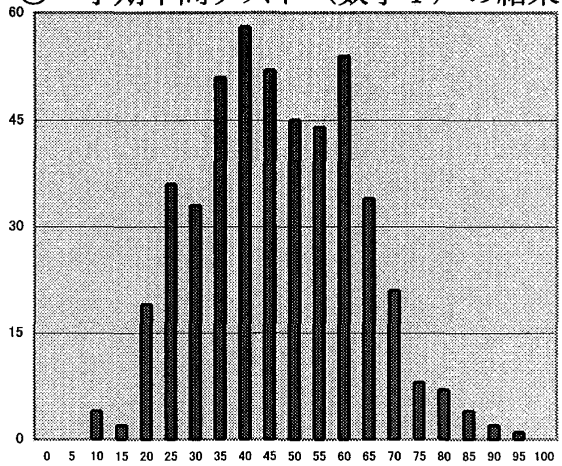
新学期が始まり，一学期中間テスト頃までは学習進度は遅れ，学習態度も落ち着きがなく，教室内も騒がしい雰囲気である。

前述したように発見学習を展開するためには準備が必要である。学習に関するグループカウンセリングの実施，ソシオメトリーの作成，学習グループの移動の習慣など軌道にのるには2ヶ月はかかると思って焦らず，休まず進めることが必要である。

一学期末頃からは授業の雰囲気が変わり，学習に取り組む姿勢やグループのコミュニケーションもよくなり，また数学のおもしろさや深遠さが少しずつ解ってくるようになり，授業外での自主的グループ学習が盛んになってくる。

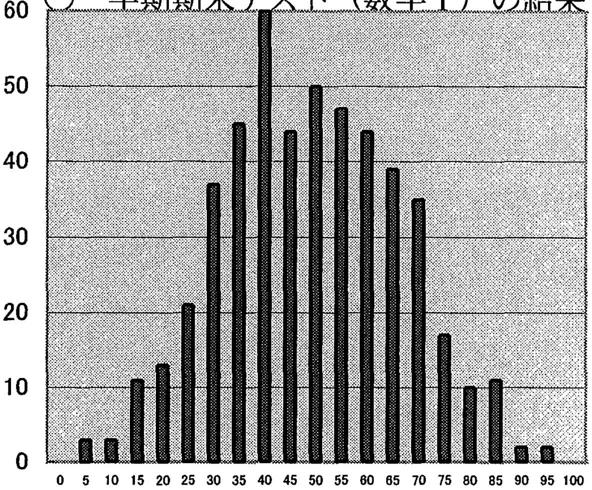
下記の表は８，９，１０組が発見学習を中心とする授業展開である。スペースの関係で一学期中間・期末，二学期末の数学Ｉのテスト結果のみを示したものである。

○一学期中間テスト（数学Ｉ）の結果



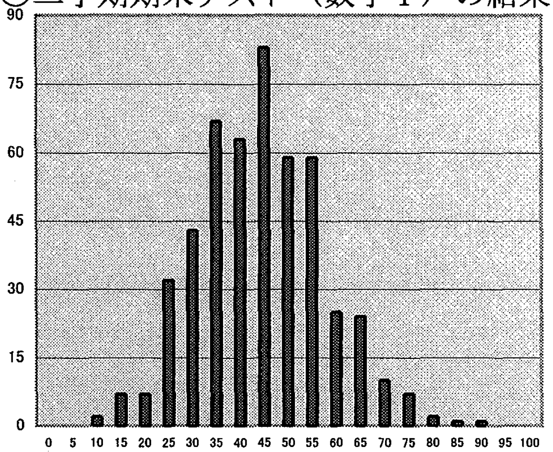
得点＼組	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	計	累積
100-96											0	0
95-91							1				1	1
90-86				2							2	3
85-81					1	1		1	1		4	7
80-76		1	1		1		1	1		2	7	14
75-71	1		1	2				1	2	1	8	22
70-66	4	1	1	2	2	2	2	2	2	3	21	43
65-61	8	2	4	3	5	2	4	2	2	2	34	77
60-56	5	4	3	3	4	6	5	7	9	8	54	131
55-51	4	9	6	3	6	4	2	4	3	3	44	175
50-46	2	4	7	9	2	5	3	6	3	4	45	220
45-41	8	8	9	4	3	3	8	4	3	2	52	272
40-36	5	2	5	5	7	7	6	5	8	7	58	330
35-31	3	7	5	6	6	6	3	6	5	4	51	381
30-26	2	5	1	3	5	5	3	2	3	4	33	414
25-21	4	2	3	2	3	3	3	5	5	6	36	450
20-16	2	2	2	1	1	2	4	1	2	2	19	469
15-11				1			1				2	471
10-6						1	2	1			4	475
5-1											0	475
0											0	475
計	49	47	48	46	46	47	48	48	48	48	475	
平均	47.1	43.0	45.2	46.1	45.5	42.3	41.8	45.2	45.0	44.2		

○一学期期末テスト（数学Ⅰ）の結果



組 / 得点	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	計	累積
100-96											0	0
95-91								1		1	2	2
90-86	1				1						2	4
85-81	1	3		1	1	1			2	2	11	15
80-76	1		1		2	1		3	1	1	10	25
75-71		2	1	3	1		1	3	4	2	17	42
70-66	3	1	7	3	2	2	4	5	4	4	35	77
65-61	6	6	3	1	5	6	1	8	6	2	39	116
60-56	5	1	4	5	4	4	2	6	3	10	44	160
55-51	6	2	4	5	7	3	3	4	6	7	47	207
50-46	4	5	8	6	4	5	9	4	2	3	50	257
45-41	7	4	3	6	5	4	5	2	6	2	44	301
40-36	2	11	7	3	9	4	7	7	2	8	60	361
35-31	3	5	3	5	3	5	6	5	6	4	45	406
30-26	3	7	4	4	2	7	4	3	2	1	37	443
25-21	4	1	1	3	2	3	5		2		21	464
20-16	1	2	1	1	1	2	2	1	2		13	477
15-11	1		1	1		2		3	2	1	11	488
10-6	1			2							3	491
5-1			1		1					1	3	494
0											0	494
計	49	50	49	49	50	49	49	50	50	49	494	
平均	45.3	44.6	45.8	44.0	48.2	42.7	42.3	48.9	48.1	50.5	46.5	

○二学期期末テスト（数学Ⅰ）の結果



組 / 得点	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	計	累積
100-96											0	0
95-91											0	0
90-86								1			1	1
85-81										1	1	2
80-76	1							1			2	4
75-71		1		1		3	1			1	7	11
70-66	1	1	2		2	1	1		1	1	10	21
65-61	2	2	1	2	3	4		2	6	2	24	45
60-56	1	2	3	3	5	2	2	3	1	3	25	70
55-51	9	1	7	8	2	3	4	11	6	8	59	129
50-46	5	3	7	4	7	6	7	5	7	8	59	188
45-41	8	9	8	11	6	2	8	12	10	9	83	271
40-36	3	5	5	4	10	10	6	7	8	5	63	334
35-31	5	10	6	4	3	10	11	5	8	5	67	401
30-26	6	7	4	4	6	4	4	1	2	5	43	444
25-21	6	8	2	6	2	2	3	1	1	1	32	476
20-16	1		3	1	1			1			7	483
15-11	2		1		1		3				7	490
10-6				1	1						2	492
5-1											0	492
0											0	492
計	50	49	49	49	49	47	50	50	50	49	492	
平均	40.2	38.1	41.3	40.0	41.6	43.3	39.6	45.9	44.4	45.2	42.1	

各 学 期		1・中	1・期	2・期
平均	$M=5\overline{U}+X_0$, $\overline{U}=\Sigma fiui/N$	45.2	46.5	42.1
分散	$\sigma^2=5^2(1/N\Sigma fiui^2-\overline{U}^2$	242.5	362.5	172.9
標準偏差	$S\cdot D=\sigma^2$	15.5	16.2	13.1
偏差値	$S.S=10(x_i-\overline{x})/S\cdot D+50$	・偏差値換算表作成(今回掲載せず)		

※１・中：１学期中間テスト結果　以下同様

＜分析・反省＞

学期が進むにつれ，発見学習を中心とするクラス（８組～１０組）に変化が現れてきた。

40点以下	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
一学期中間	17 (47.1)	20 (43.0)	16 (45.2)	18 (46.1)	22 (45.5)	24 (42.3)	22 (41.8)	24 (45.2)	26 (45.0)	25 (43.6)
一学期期末	15 (45.3)	26 (44.6)	18 (45.8)	19 (44.0)	18 (48.0)	23 (42.7)	24 (42.3)	19 (48.9)	16 (48.1)	15 (50.5)
二学期期末	23 (40.2)	30 (38.1)	21 (41.3)	20 (40.0)	24 (41.6)	26 (43.3)	27 (39.6)	15 (45.9)	19 (44.4)	16 (45.2)

※(　)の数はクラス平均，上段の数は40点以下のクラス人数

一学期中間テスト結果では，有意差があるとは考えられない。ところが一学期期末，二学期期末のテスト結果は，明らかに，平均点，40点以下の人数に差異があると推定される。

実際の授業展開では，子どもによる評価なども参考にしながら，授業分析し，改善してきたところである。発見学習の授業展開に当って考えてきたことは，(ア)自由奔放なアイディアを大事にし，途中では批判しないようにしよう。(イ)グループのリーダはよくみんなのアイディアを整理し，みんなで発展させよう。(ウ)お互いにすばらしいアイディアに感謝する気持を忘れないようにしよう。(エ)アイディアノートは他のクラスにも公開するので，らく書き等をしないように，自らアイディアノートにアイディアを投稿しよう。(オ)グループ学習と一斉学習のけじめをつけよう。(カ)相手にたよるのではなく，まず自力で考え，そのアイディアをみんなから批判を受け，根強く発展させるようにしよう「ねばり」である。

V　まとめ

今回，「発見学習の基礎理論と実際」というテーマの基に論を展開してきたが，スペースの関係もあって実践的研究の部分を削減しましたので，別の機会に発表したいと考えている。

特に，創造性の開発ということは，21世紀の教育改革においても子どもの思考力や創造力，表現力などの育成が強調されているように，今日を代表するメイン・テーマの一つである。なぜなら，一つは科学技術のある特定の分野だけでなくて，人間活動のあらゆる分野において，創造性開発の必要が説かれていること，二つには特定の個人（エリートだけでなく）だけではなく，すべての者に，豊かな創造力を醸成する教育の必要性があるということである。

このように二重の意味での創造性開発の必要性は，単に技術革新下の競争に勝ち抜くためという意味だけでなく，本来の人間性を回復するという，よりヒューマンな要請に裏打ちされている点も見逃してはならないと思う。

E・P・トーランス／扇田博元　監 訳「創造性と学習」の中で創造性の指導の在り方ということで，次のことを指摘している。第一には，不完全な条件を与える。第二は，反応的環境条件を整える。第三には，子どもには共感的な態度で接する。第四には，指導の連続性を重視することにある。第五には，興味ある学習内容を創り出すことである。以上五つの重要な観点を取り上げている。また，トーランスは「どんな子にも，創造性は潜んでいる」という仮説のもとに，すべての子どもにもっと自由な創造の機会を与えるべきであると主張している。

教育者の援助によって「めざます」ということは子どもが「めざめる」ということにつながるのである。めざめることは全体的な人間の自己実現，自己形成につながると考えている。

指導者は目先のこと，形だけのことなどにこだわることなく子どもの心の中に潜んでいる創造性・独創性を培い，それを伸長する教育に力点をおきたいものである。創造性を培う教育，それは開放的で終わりのない限りない道である。そして創造は特異な才能のみがなし得ることではない，創造の道は平凡着実の中にしかないと思うのである。

参考文献

1） 水越敏行著，発見学習入門，明治図書，1970
2） E・P・トーランス／扇田博元監訳，創造性と学習，明治図書，1972
3） 広岡亮蔵著，学習形態論，明治図書，1968
4） 広岡亮蔵著，学習過程論，明治図書，1968
5） 恩田　彰著，創造性の基礎理論，明治図書，1970
6） 恩田　彰著，創造性の開発1.2.3，明治図書，1970
7） 恩田　彰著，創造性教育の展開，恒星社厚生閣，1994
8） E・P・トーランス／佐藤三郎，中島　保共訳，創造性修行学，東京心理，1981