

科学的リテラシーを育む「千葉大学×墨田区」プロジェクト： 小学校6年「植物の養分と水の通り道」の支援例

松下伊織¹⁾・山下修一²⁾*・保刈栄紀³⁾・池田莉都⁴⁾

¹⁾船橋市立薬円台小学校

²⁾千葉大学

³⁾すみだ教育研究所

⁴⁾墨田区立第一寺島小学校

“Chiba University × Sumida Ward” Project to Nurture Scientific Literacy:
Example of Support for studying “Pathways for plant nutrients and water”

MATSUSHITA Iori¹⁾, YAMASHITA Shuichi²⁾*, HOKARI Hideki³⁾ and IKEDA Rito⁴⁾

¹⁾Yakuendai Elementary School

²⁾Faculty of Education, Chiba University, Japan

³⁾Sumida Educational Research Institute

⁴⁾Daiichi Terashima Elementary School

本研究では、小学校6年「植物の養分と水の通り道」において、主要教科書会社5社で発展的な資料として取り上げられている「葉でできたデンプンがどのようにジャガイモに移動するのか」についての読み物とワークシートを開発して、読み物の読解から児童がどの程度理解して説明できるようになったのかを検討した。

その結果、科学的に説明ができた児童は支援前は7.8%だったが、支援後には88.2%に大幅に増加した。また自信度も向上し、学習によって成長したことについては、多くの児童が読み物を読んでワークシートに情報を整理したことから、理解が深まったことを実感していた。

In this study, we will discuss “How starch made from leaves is transferred to potatoes”, which is featured as an advanced material by five major textbook companies in the 6th grade of elementary school “Nutrient and water paths in plants”. We developed reading materials and worksheets, and examined the extent to which children were able to understand and explain from reading the materials.

As a result, the number of children who were able to explain scientifically increased from 7.8% before the support to 88.2% after the support. Confidence levels also improved, and in terms of growth through learning, many children felt that their understanding had deepened as they read the material and organized the information on worksheets.

キーワード：科学的リテラシー (scientific literacy), 読み物 (reading material), ワークシート (worksheet), デンプン (starch), 植物の養分と水の通り道 (Pathways for plant nutrients and water)

1. 問題と目的

2021年度に「千葉大学墨田サテライトキャンパス」が開設されたのを機に、千葉大学教育学部と墨田区が連携プロジェクトを立ち上げ、児童・生徒の学習支援をすることになった。学習状況調査結果から、墨田区には活用力について課題があったため、PISA型の科学的リテラシーを育む支援への依頼があった。本研究での「科学的リテラシーを育む支援」とは、「読み物を読んで情報を整理し、理解を深めて科学的に説明できるようにするための支援」とした。「科学的リテラシーを育む支援」については、山下・野村・岩本 (2022) が、千葉県教育委員会との共同研究で (勝田・桜庭, 2018), コア知識 (山

下, 2018) とOPPA (One Page Portfolio Assessment) (堀, 2018) の知見を生かして、発展的課題に取り組むために開発した読み物とワークシートを参考にして、小・中学校理科各12単元についての支援が進められた。

2017年改訂の学習指導要領の小学校6年「植物の養分と水の通り道」では、「イ 植物の体のつくりと働きについて追究する中で、体のつくり、体内の水などの行方及び葉で養分をつくる働きについて、より妥当な考えをつくりだし、表現すること。」とされている。しかし山崎 (2015) は、「植物の養分と水の通り道」には様々な指導の課題があると分析し、指導を困難にしている理由の1つを「養分、酸素、二酸化炭素の運搬などの役割をもつ動物の血液の働きと植物内の水の働きを関係付けて考え、茎や葉の中にある水の通り道を調べることに必然性をもたせることは難しい」としている。また、佐久間・

*連絡先著者：山下修一 syama@faculty.chiba-u.jp

山下 (2017) はジャガイモの葉でできたデンプンの移り変わりから一貫した説明をするための授業開発を行い、理論的な視点で養分の移り変わりが思考できるようになったと報告している。2017年改訂の学習指導要領に対応した主要教科書会社5社の小学校6年「植物の養分と水の通り道」での、養分の移り変わりについての取り扱いについては、表1のようになっている。

ジャガイモの葉で作られたデンプンが植物の体全体に運ばれ成長のための養分として使われることは、どの教科書でも発展的な読み物資料という形で扱われていた。しかしデンプンが水に溶けやすいものになることは4社、糖になることは1社のみと取り扱う内容には差がある。本研究では、小学校6年「植物の養分と水の通り道」について、葉で作られたデンプンが水に溶けやすい糖となり、水に溶けて地下茎に運ばれ再びデンプンとして蓄えられることについての読み物とワークシートを開発した。開発した読み物の読解から児童がどの程度理解して説明できるようになったのかを検討した。

2. 方 法

1) 調査対象および実施時期

2022年12月～2023年1月に、B社の教科書で「植物の養分と水の通り道」を学習済みの墨田区内の公立小学校6年生2クラス66名を対象にして、「葉でできたデンプンはどのようにジャガイモに移動したか」について4ページの読み物(図1)+A4版ワークシート(図2)を用いて一単位時間(45分)で発展的学習を行った。

2) 調査項目

「葉でできたデンプンはどのようにジャガイモに移動したのだろうか?」についてのワークシートの「読み物を読む前」と「読み物を読んだ後」の児童の記述、「読み物を読んで成長したこと」についての児童の記述を分析した。図2に児童のワークシートの記述例を示した。

3) 読み物

児童にとって、葉で作られたデンプンがくきを通してジャガイモに移動することは予想できても、別の物に変わって移動することは理解することが難しい。そこで、粒の大きさや水への溶けやすさについて考えることができる4ページの読み物(図1)+A4版ワークシート(図2)を開発した。図・読み物はA4 1枚に4ページ分両面印刷し、A5に折って小冊子と利用した。まずワークシートを配布して、読み物を読む前に自分の考えを記入させ、読み物を配布して、読み物を読みながらワークシートの空欄を埋めさせた。

3. 結 果

1) 児童の説明状況

ワークシートの記述を分析することで、「葉でできたデンプンがどのようにジャガイモに移動したのか」が説明できるようになったのか、学習によって成長したことを実感できたのかについて探った。

「読み物を読む前」と「読み物を読んだ後」の説明と自信度の推移を表2に示した。

「葉でできたデンプンがどのようにジャガイモに移動したのか」についての説明は、以下のように3つのレベルにして分析した。

レベル2: ショ糖(水に溶けやすいもの)に変わって移動する。

レベル1: 茎を通して移動する。

レベル0: 誤答または移動の仕方が不明である。

自信度「5: 自信あり 4: やや自信あり 3: どちらでもない 2: やや自信なし 1: 自信なし」については、回答番号をそのまま5点～1点と得点化して平均値(SD)を示した。

表2から、「読み物を読む前」では、レベル2: 4名(7.8%) 自信度: 2.75(1.09)であり、レベル1: 36名(70.6%) 自信度: 2.47(1.19) / レベル0: 11名(21.6%) 自信度: 1.36(0.48)となり、発展的課題について科学的に説明

表1 教科書5社の小学校6年「植物の養分と水の通り道」での養分の移り変わりについての取り扱い

		A社	B社	C社	D社	E社
取扱い方		発展 読み物資料	発展 読み物資料	発展 読み物資料	発展 読み物資料	発展 読み物資料
内容	デンプンは水に溶けやすいものになる。	○	○	×	○	○
	デンプンは糖になる。	×	○	×	×	×
	植物の体全体に運ばれる。	○	○	○	○	○
	成長のための養分として使われる。	○	○	○	○	○
	夜の間に運ばれる。	○	○	×	×	×
	再びデンプンとなる。	○	○	×	○	○
たくわえられる場所	いもや種子など	実や種子、いもなど	インゲンマメでは種子、ジャガイモではいも	いもや種子など	いもの中	


©千葉大学教育学部山下研究室

<課題：葉でできたデンプンはどこに移動した？>
読み物を読んでから、ワークシートに情報をまとめよう！

現在の食卓に欠かせないジャガイモ。そのジャガイモの葉ではデンプンが作られることを学習しましたね。ですが、1日葉に日光を当てないと、葉にデンプンは見られませんでした。葉で作られたデンプンがどこに行ってしまったのか、またどのように移動したのか多くの人が疑問に思っています。葉で作られたデンプンについて考えていきましょう。

【復習】かっこに当てはまる言葉を入れよう。

- ・植物の葉に（ ）が当たると、デンプンという養分ができる。
- ・葉にデンプンがあるかどうかを調べるには、湯でにて、水であらってから、（ ）につけると、（ ）色になることでわかる。



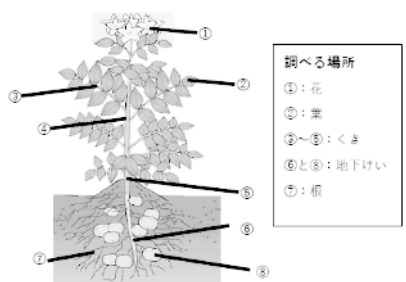
私たちは、土の中で大きくなったジャガイモを食べるためにとってしまいますが、とらないでそのまましておくとき春に元気よく芽が出ます。ジャガイモの葉で作られる“デンプン”は、植物の発芽や成長に使われる大切な養分です。しかし、冬には葉が落ちて、デンプンを作ることができなくなってしまいます。では、この植物が冬をこして、春に芽を出すための養分はどうするのでしょうか。

1

©千葉大学教育学部山下研究室

そこで、ジャガイモの葉と同じように、くみや根などについても、デンプンがあるかどうか調べて見ました。

【課題1】下の実験の結果から、ジャガイモのどこにデンプンがあるかをワークシートにまとめましょう。




調べた場所	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧
ヨウ素液をつけた結果	×	青むらさき色	×	×	×	×	×	青むらさき色

(×・・・かわらない)

図の中で⑧に当てはまるところが食べている部分です。読み方は「ちかけい」といいます。結果を見ると、葉と地下けいにデンプンがあることがわかりますね。では葉で作ったデンプンが、どのように地下けいに移動したのでしょうか。

2

©千葉大学教育学部山下研究室



通ることができるのは、くさしかありません。でもそこにデンプンはありませんでした。

ここで、以下の3つの面から考えてみましょう

- 1 デンプンができる場所
- 2 くさについて
- 3 デンプンの性質

1 デンプンができる場所
ジャガイモは葉の中の小さな部屋の中でデンプンが作られます。小さな部屋には目に見えないほどの穴が開いています。そのため、デンプンはこのままの大きさでは、部屋の外に出なければなりません。

2 くさについて
植物のくさには、水やえいようを運ぶ管があります。葉でデンプンが作られた後、この管を通してえいようが植物のからだの各部に運ばれます。ここでは、えいようが水にとけた形でからだをめぐるています。

3 デンプンの性質
植物がつくるデンプンは水にとけにくい性質をもっています。そのため、デンプンのまま植物のからだをめぐることはできません。

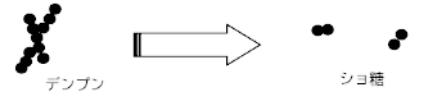
このようなことから、葉でできたデンプンはどのようにして地下けいに運ばれたか考えてみましょう。考えをもつことができたなら次のページへ！

3

©千葉大学教育学部山下研究室

前のページの1~3からわかることは、葉で作られたデンプンは、小さくて水にとけやすく、デンプンではない“何か”にかわって地下けいに運ばれたということです。その何かとは主に『ショ糖（しょうとう）』です。ご飯を口の中でかんでいると、デンプンが別のものに変化してあまくなりましたね。デンプンは糖のかたまりです。デンプンを分解するとショ糖にすることができます。

ショ糖とは・・・あまく感じるものである『糖（とう）』の仲間です。さとうに一番多くふくまれているもの。デンプンより小さく、水にとける。



ショ糖として運ばれたえいようは、地下けいで再びデンプンに戻り、たくわえられていきます。植物の生命力の強さが伝わってきますね。

【課題2】
デンプンとショ糖のつづの様子をまとめよう。
<<この読み物を見ながら、ワークシートに情報を整理してください！>>

【参考文献】佐久間祐太・山下修一(2017)植物および動物のはたらきを養分の移り変わりから一貫した説明をするための授業開発、千葉大学教育学部研究紀要、66(1)、369-377

4

図1 「葉でできたデンプンはどこに移動した？」の読み物

することは難しかった。

読み物とワークシートでの学習後には、レベル2：45名(88.2%) 自信度：3.51(1.19)であり、レベル1：4名(7.8%) 自信度：2.25(1.09) / レベル0：2名(3.9%)

自信度：1(0)となり、多くの児童が科学的に自信を持って回答できるようになった。なお、レベル0：2名(3.9%)の回答は、「地下を通して移動」「皮から中身に入ってデンプンを作った」といった、読み物の内容に

<課題：葉でできたデンプンはどのように移動した？>

千葉大学教育学部山下研究室

おもて
<表>

回答の自信の番号にも○を付けて下さい

読み物を読む前<葉でできたデンプンはどのようにジャガイモに移動したのだろうか？>

植物の中にある篩管を通り、デンプンが葉からジャガイモに移動する。

(5: 自信あり😊 4: やや自信あり😊 3: どちらでもない😊 2: やや自信なし😞 ①: 自信なし😞)

裏(うら)へ>>>>

裏(うら)から>>>>

読み物を読んで成長したこと:

今まで、あたり前だと思っていたことについて興味を持つとわからないことがたくさんあったので、これからはあたり前だと思ってることにも考えていく。

<番号に○をつけ忘れていないか、もう一度確認して、提出してください>

はないものであった。

2) 学習によって成長したこと

学習によって成長したことについての記述内容を「理解深化」「考えられた・説明できた」「興味・関心・面白

つら
<裏>

<<読み物を読んでから、葉にできたでんぷんの情報を整理して下さい>>
<コア知識>

<デンプンは糖のかたまりである。>

【課題1】実験の結果から、デンプンがある場所をまとめよう。(名前を書きましょう)

デンプンがある場所・・・葉、地下けい(ジャガイモの突)

ない場所・・・花、くき、根、地下けい(主根)

【課題2】デンプンとショ糖のつぶの様子をまとめよう

	デンプン	ショ糖 (移動するときのつぶ)
つぶの大きさ	大きい	小さい
葉などの小さな部屋からでられるか?	でられない	でられる
水へのとけやすさ	とけにくい	とけやすい
ヨウ素液の反応	反応する	反応しない
ジャガイモの中である部分	葉、地下けい	くき、地下けい、根

読み物を読んだ後<葉でできたデンプンはどのようにジャガイモに移動したのだろうか?>

葉でできたデンプンはデンプンより小さいショ糖に変わり、小さな穴を通りぬけながらジャガイモまで移動して、運ばれたら再びデンプンに戻る。

(5:自信あり😊 4:やや自信あり😊 3:どちらでもない😊 2:やや自信なし😊 1:自信なし😞)

<番号に○をつけ忘れていないか、もう一度確認して、表(おもて)にもどってください>>>

表(おもて)へ>>>>

図2 A4版ワークシートの児童の記述例

い」「日常生活」「読み取れた」の категорияに該当するものに分け(複数該当有), 図3にはcategoryの該当数を示した。なお, 「理解深化」については, 「でんぷんがショ糖に変わり, ジャガイモを移動していることを初めて知った。」などの記述を「理解深化」として分類した。

51名中40名(78.4%)が学習によって成長したこととして「理解深化」をあげ, 12名(23.5%)が「興味・関心・面白い」, 5名(9.8%)が「考えられた・説明できた」と記述していた。これらのことから, 開発した読み物を読んで, ワークシートに情報を整理したことから, 理解が深まったことを実感していた様子が伺える。

4. まとめと今後の課題

支援前には, 「葉でできたデンプンがどのようにジャガイモに移動したのか」について科学的に説明できたのは, レベル2: 4名(7.8%) 自信度: 2.75(1.09)であり, 不十分な説明だったのは, レベル1: 36名(70.6%) 自信度: 2.47(1.19) / レベル0: 11名(21.6%) 自信度: 1.36(0.48)であった。児童は, 「デンプンが水に溶けや

すい糖になってジャガイモに運ばれる」ことを掲載しているB社(表2)の教科書で学習済みであったが, レベル2の説明ができた児童はわずか4名(7.8%)であった。

ワークシートと読み物で支援後には, 科学的に説明できたのは, レベル2: 45名(88.2%) 自信度: 3.51(1.19)であり, 不十分な説明だったのは, レベル1: 4名(7.8%) 自信度: 2.25(1.09) / レベル0: 2名(3.9%) 自信度: 1(0)となった。読み物を読む前と比較して, レベル2の説明ができた児童が大幅に増加した。これは, 読み物とワークシートを用いて, 細胞を通り抜けられる粒の大きさやデンプンと糖の水への溶けやすさの違い, 茎からデンプンが見つからなかったことなどから多面的に思考することで, より妥当な考えをつくりだすことができたからだと考えられる。

また, 自信度も向上し, 「葉でできたデンプンがどのようにジャガイモに移動したのか」について科学的に説明できるようになったと言えるだろう。学習によって成長したことについては, 多くの児童が, 読み物を読んでワークシートに情報を整理したことから, 理解が深まったことを実感していた。しかし, 2名は読み物の内容と

表2 説明と自信度の推移 (N=51)

説明	読み物を読む前		読み物を読んだ後
レベル2	4名(7.8%) 自信度: 2.75(1.09)		45名(88.2%) 自信度: 3.51(1.19)
レベル1	36名(70.6%) 自信度: 2.47(1.19)		4名(7.8%) 自信度: 2.25(1.09)
レベル0	11名(21.6%) 自信度: 1.36(0.48)		2名(3.9%) 自信度: 1(0)

自信度: 自信度の平均値 (SD)

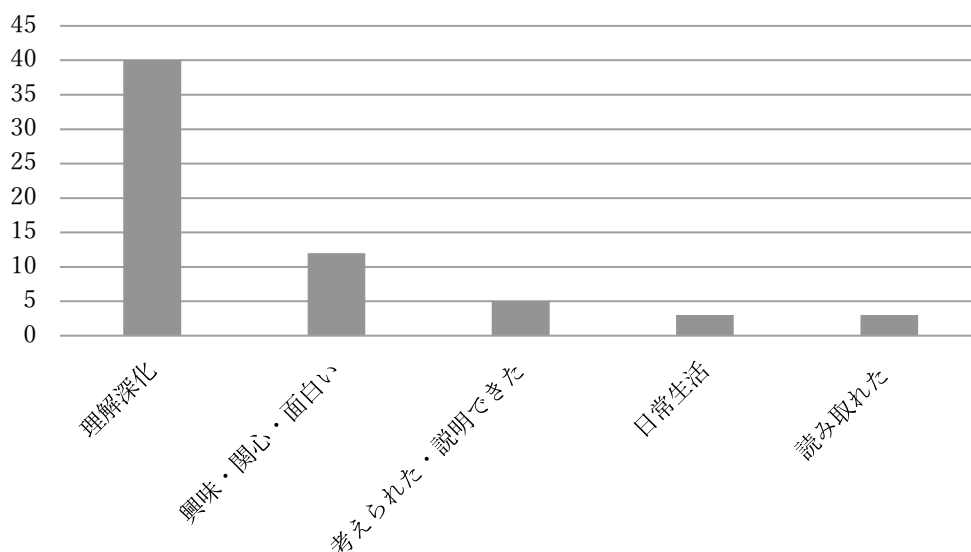


図3 成長したことの該当数 (N=51)

全く違うことを回答していた。どの児童も、読みやすく理解しやすい読み物とワークシートになるように今後改善していく必要がある。

引用文献

勝田紀仁・桜庭一慶（2018）科学的な思考力を高める授業と評価の実践：コア知識を活用したコミュニケーション活動・OPPAの活用を通して，科学技術教育，229，15-17.
佐久間祐太・山下修一（2017）植物のはたらきを養分の

移り変わりから一貫した説明をするための授業開発，日本科学教育学会研究会研究報告，Vol. 31，No. 5.
堀哲夫（2018）授業改善の方法：OPPAの活用を中心に
して，科学技術教育，229，2-4.
山崎光洋（2015）岡山大学教師教育開発センター紀要，
第5号，62-72
山下修一（2018）コア知識を用いたコミュニケーション
活動，科学技術教育，229，5-7.
山下修一・野村裕美子・岩本華子（2022）脊椎動物分類
の発展的課題に対応するワークシートの開発と評価，
日本教育大学協会研究年報，40，27-37.