
一般財団法人クマヒラセセキュリティ財団
「就学前からのチェンジ・メイカーを育てる
『システム思考』教育実証」

目次

・背景と事業の狙い

・実施内容

取り組みの全体像
米国の先行事例研究及び学習プログラムの決定
時系列変化パターングラフ学習の到達目標とルーブリックの範囲の決定
デジタル教材（映像）を活用したレッスンの開発
アセスメントおよび教材開発
レッスンとアセスメントの実施計画とその実行
2園で実施したプログラム内容
レッスンの様子
アセスメント評価基準の決定
事前・事後アセスメントの結果比較

・成果

概要

事前・事後アセスメントの結果一覧
事前・事後アセスメントの差異
実証事業協力園 園長の声
講師の声
デジタル教材開発者の声

・今後の取り組み

システム思考教育の可能性と今後の取り組み
参考：システム思考教育視覚的ツール一覧表

背景と事業の狙い

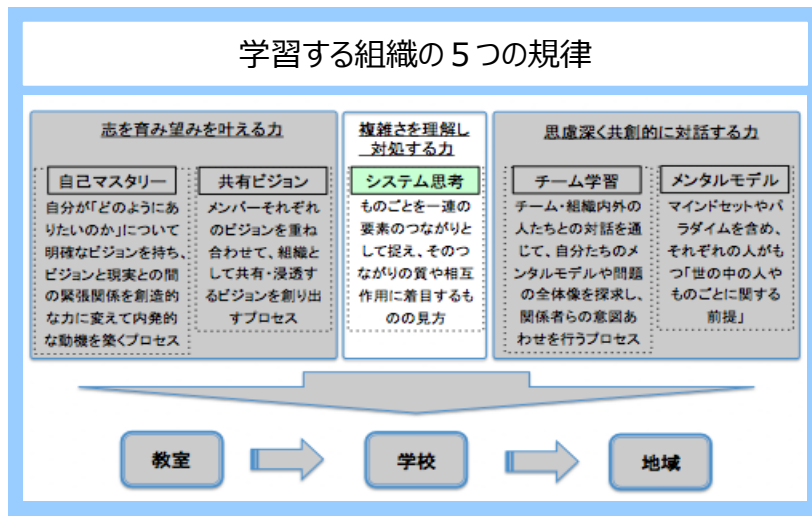
世界93カ国3500人のチェンジ・メイカーのネットワークを構築している非営利団体アショカは、システムック・チェンジ（課題の根本原因を特定し、抜本的な課題解決に取り組む）を起こす人々を発掘し、その取り組みを広く世界に紹介しており、その内容から当財団はチェンジ・メイカーの資質として「システム思考」が必須だと考えている。

学習する組織論の提唱者ピーター・センゲ氏は、「人間はみんな生まれつきシステム思考家としての素養を持っている（People are all innate systems thinkers.）」と主張しているが、残念ながら日本国内においては「システム思考」教育が教育現場では行われておらず、その素養が育まれる環境がない。またはその芽が摘まれている状況ですらあることを当財団は課題と捉えている。

「未来の教室」とEdTech研究会第1次提言では、「幼児が小さな興味や意志の芽が出た時に「もっと！」という気が芽生える仕掛け、さらに『今の生活の、身近な課題』の解決に向けて、個と集団を活かした行動を通じて、その変化を体感できるプログラムを、全国の保育所でも幼稚園でも認定こども園でも一般的に行うべき」とあり、当財団としてはチェンジ・メイカーの資質を育むために「システム思考」教育こそ、経済産業省事業で就学前から行うべきであると考えている。

そこで、おそらく、日本で初めて※であろう幼児向け「システム思考」教育を実施する。プログラム開発においては、国外の先行事例を参考にし、世界の「システム思考」教育を牽引するウォーターズ財団（米国）の協力を得ながら行う。

※当財団調査で先行事例が見当たらなかった



実施内容：取り組みの全体像

2018年11月
米国事例の研究

- ウォーターズ財団（米国に本拠を置くシステム思考教育における世界のリーダー的存在）の協力を得て、先行事例を調査研究
- 本事業における学習プログラムと到達目標およびルーブリックを確定
- **プログラムの協議**

2018年11月
プログラム開発

- 米国の先行事例を参考に、デジタル教材を独自に開発
- 米国の先行事例を参考に、絵本を選定しアナログ教材を準備
- 協力園での実施を通して、実証するプログラム内容を確定
- 事前・事後アセスメント内容を確定
- **プログラムの承認と確定**

2018年12月～2019年1月
2園でのレッスン実施

- 2園で6回のレッスンおよび、事前・事後アセスメントを実施
- 実施期間中、子どもたちの様子にあわせて、時間配分やプログラムの流れを改良

2019年2月
分析評価

- レッスンおよび事前・事後アセスメントを元に、実施内容を分析評価
- 事業報告書および成果物一式を準備
- **評価の協議**

実証事業の完了

- 事業報告書と成果物の提出

実施協力園

- 昭和女子大学付属昭和こども園
- 幼児園 First Classroom 世田谷

開発協力園

- みんなのみらいをつくる保育園東雲

審議会委員

- 熊本大学教育学部准教授 苫野一徳 先生
- 京都大学大学院教育学研究科准教授 森口佑介 先生
- AMS合同会社代表 山本秀樹 氏
- 株式会社ジーニアスホープ代表取締役社長 吉沢昇司 氏

プログラム開発協力

- Waters Foundation
- Tracy Elstein 氏
 - Sheri Marlin 氏

事務局長

風間穰 氏

プログラムマネジャー

Director of Innovation at Kolbe Catholic College
萩原伸郎 先生

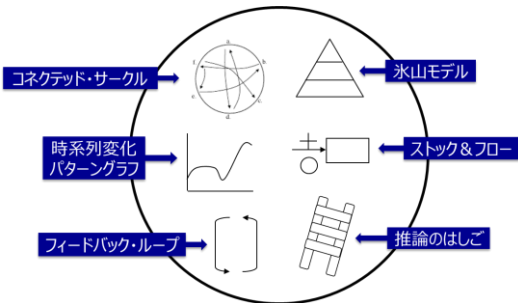
実施内容：米国の先行事例研究及び学習プログラムの決定

ウォーターズ財団（米国）が開発した、子ども向けシステム思考者の14の習慣を参考に、①大きな視点でみてみよう、②時間と共に、どう変化するか観察してみよう、③原因や行動と結果には必ずつながりがある の3つの習慣を習得するために、時系列変化パターングラフを活用した学習プログラムを開発および実施することに決定した。

【子ども向けシステム思考者の習慣】

大きな視点で見てみよう	時間と共に、どう変化するか観察してみよう	システムが上手くいく方法を探そう！と早くない原因を探そう！
原因や行動と結果には必ずつながりがある	別の仕方から考えたい	自分の考えを話し、お互いの考えを聞いてみよう
驚いたり、勝手になつたら、あつてすちよつと帰って考えよう	まず、考えてみよう	「今の気持ちや考え」が、どんな影響を及ぼすか考えてみよう
システムの一部がどこにあるか探しだす	「今やった結果」の「原因をわけてやつの結果をわけて考えてみよう	学習していないことがどこから起こるか知る
時間と共に習事が安定することを知る	どこを捉えたいか結果になるか考えて、少しづつ良い方向に導いてみよう	いろいろな結果を予想し、どう変わるかを考える

【視覚的ツール】



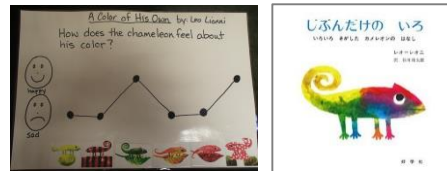
時系列変化パターングラフの学習事例

絵本の場面で、登場人物の気持ちがどう変化したかを、グラフに表し、X軸の要素が、時間の経過とともに変化することや、その変化（結果）の理由（原因）について理解を深める。グラフを活用することで、物語を振り返ることが容易になる。グラフを媒介に話し合いを行うことで、語彙が増え、お話の仕方にも変化が見られる。

時系列変化パターングラフを活用するメリット

- 一つひとつの出来事を理解するだけでなく、時間の経過とともに変化するものを捉えられる。
- 変化とその原因を結びつけることができる。
- 何が起きているのか、それはなぜなのかを、深く考えることができる。
- アイディアを視覚的に表現し、人に伝えられる。
- 話し合いに活用できる。
- 語彙が増える。

絵本「じぶんだけのいろ」をもとに、子どもが作成した時系列変化パターングラフ



- 〔学習の流れ〕
- ・変化を視覚化する。
 - ・簡単なグラフで表す。
 - ・自分で書いてみる。
 - ・プロセスに焦点をあてる。
 - ・対話のツールとして使う。

実施内容：時系列変化パターングラフ学習の到達目標とループリックの範囲の決定

到達目標：時系列変化パターングラフを作成できるようになり、できごとを時間軸に沿って原因や理由を含めながら説明できるようになる。

段階	変数の変化（Y軸）の理解	時間軸（X軸）の理解	グラフの作成	グラフの説明
レベル4	<ul style="list-style-type: none"> システムの中で変化する重要で具体的な変数を、定量的（例：人口）または、定性的（例：幸福）に表すことができる。 要素と適切な変化のスケールを特定し、スケールにラベルを付けることができる。（例：うれしい、幸せ、恍惚状態） 	<ul style="list-style-type: none"> 変数に合わせた時間の枠組みとパターンを特定できる。 変数に適した時間の単位を特定できる。（例：時間、年、章） グラフを見る人が理解しやすい方法で時間の単位を表す。（写真など） 	<p>以下の方法を活用し、変数が、時間の経過とともに変化するのを線を使ってグラフに表すことができる。</p> <ul style="list-style-type: none"> 変化のパターンを、線を使ってグラフに表す。 トレンドを表す複数の線で表す。 	<p>以下のうち、一つ以上の方法で、変数が時間の経過とともにどのように変化しているのかを説明することができる。</p> <ul style="list-style-type: none"> 現在の傾向から、将来を予測する。 変数の定性的変化（例：幸福）と、定量的変化（例：人口）が説明できる。 変数が、時間の経過とともに変化するスピードがどう変わるのかが説明できる。
レベル3	<ul style="list-style-type: none"> システムの中で変化する重要で具体的な変数を、定量的（例：人口）または、定性的（例：幸福）に表すことができる。 要素に対して適切な変化のスケールを特定できる。（例：低い、中くらい、高い） 	<ul style="list-style-type: none"> 変数に合わせた時間の枠組みを特定できる。 変数に適した時間の単位を特定できる。（例：時間、年、章） 	<ul style="list-style-type: none"> 変数が、時間の経過とともに変化するのを線を使ってグラフに表すことができる。 	<ul style="list-style-type: none"> 変数が時間の経過とともにどのように変化しているのかを説明することができる。
レベル2	<ul style="list-style-type: none"> システムの中で変化する具体的な事柄を、一般化することができる。（例：幸福 → 気持ち） 複数の変数が存在する変化のスケールを定義する。（例：悲しい、怒り、幸福） 	<ul style="list-style-type: none"> 時間の枠組みが、長すぎる、または、短すぎる。 変数の変化と時間の枠組みが一致しない。 	<ul style="list-style-type: none"> 時間の経過とともに変化する変数について、出来事を点でグラフに表し、線でつなぐことができる。 	<ul style="list-style-type: none"> 変数が変化するパターンを理解し、個別の出来事を、時間の経過と結び付けて説明できる。
レベル1	<ul style="list-style-type: none"> 時間の経過とともに変化する要素ではなく、個別の出来事を特定する。（例：衣服を着替えた） 要素の変化に関係のない変化のスケールを特定する。 	<ul style="list-style-type: none"> 時間の単位を設定できない。 時間の単位をグラフに描けない。 	<ul style="list-style-type: none"> 時間の経過とともに変化する変数について、出来事を点でグラフに表すことができる。（線で表すことはできない） 	<ul style="list-style-type: none"> 変数が変化するパターンを、個別の出来事と結びつけて説明することはできるが、時間の経過との関係は説明できない。

実施内容：デジタル教材（映像）を活用したレッスンの開発

レッスン案の事例



システム思考



学習のねらい：子どもができるようになること

時間と共にどう変化するか観察してみよう。

- ・花は順番に咲いたことに気がつく。
- ・時間の経過に沿って花の咲き方を絵グラフに表し、線がなくなるができる。
- ・花の色とは逆に、時間の経過と共に数量が減っていく場合もあることに気がつく。



Essential Question?



出会う



気づく

お花はどんな順番に咲いたかな。

第9話：花
<https://vimeo.com/305186371>

- 発表・つぶやき：
- ・はじめは花は咲いていない。
 - ・黄色い花が咲いた。
 - ・暗くなって次の日になる。
 - ・ピンクと青い花が咲いた。
 - ・最後に赤と紫の花も咲いた。
 - ・全部で5つの花が咲いた。



学ぶ

お花が咲いた順番を思い出してみよう
4場面の花の数を絵グラフに表し、線でつなげる。
学習活動資料1
学習活動資料2

だんだん減ることもあるよ
第12話：ドーナツ
<https://vimeo.com/306752742>
ドーナツの減り方を絵グラフに表し、線でつなげる。
学習活動資料3



振り返る

出口質問
子ども一人ひとりにたずねる
お花はどんな順番で咲きましたか。



レッスン1

ドーナツもお花みたいにふえましたか。

ここではいつお花が咲いたかな。

1番初めは何色のお花が咲いたかな、2番目は？

レッスン1 学習活動資料2

5	○	○	○	○
4	○	○	○	○
3	○	○	○	○
2	○	○	○	○
1	○	○	○	○

レッスン1 学習活動資料3

5	○	○	○	○
4	○	○	○	○
3	○	○	○	○
2	○	○	○	○
1	○	○	○	○

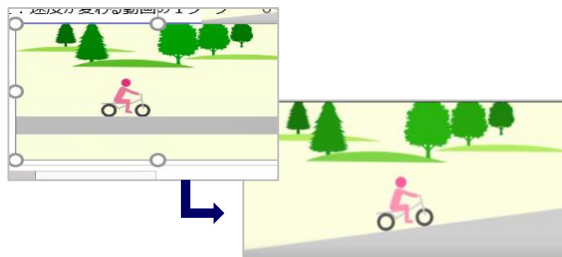


実施内容：アセスメントおよび教材の開発

【デジタル教材およびアナログ教材の開発】

■デジタル教材（事例）

自転車が速度を変えて進む映像を視聴し、グラフ化する。

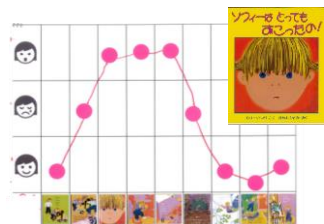


グラフを描いた後は、時系列で何が変化したのか、なぜ変化したのかを話し合い、グラフの理解を深める。

開発したデジタル教材
13点（試作含む）

■アナログ教材（事例）

絵本『ソフィーはとってもおこったの』を活用し、ソフィーの気持ちをグラフ化する。



大きさを変えられる教具「ホーベルマン球」を使って、子どもの成長や、園での1日をグラフ化する。



開発したアナログ教材
11点（試作含む）

【アセスメント開発】

実施方法

講師と一人ずつ面談方式。

所要時間

5分間程度（事前アセスメントは慣れたいため、少し長くなる）

流れ

1. 説明

右の4枚の絵の変化を動画で見た後、「何がかわっていますか」という質問をうけて、絵を見ながら説明する。



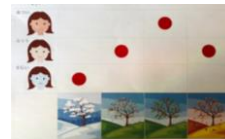
2. 気温変化

同じく4枚の木の絵が示され、「この時はどの服を選びますか」という質問を受けて、3種類の服からふさわしいものを選ぶ。



3. グラフ作成

横軸に同じく4枚の木の絵と、縦軸はあつい・ふつう・さむいが示されたシートの中であつところを選んでシールを貼る。



実施内容：レッスンとアセスメントの実施計画とその実行

3つの園の協力を得て、レッスンとアセスメントを行った。みんなのみらいをつくる保育園東雲では、開発したプロトタイプ教材を活用した6回のレッスンと事前・事後アセスメントを行い、子どもたちの様子や保育士のフィードバックに基づき、本実施のための教材およびアセスメントの開発を行った。本実施を行った昭和女子大学付属昭和こども園および、幼稚園 First Classroom世田谷では、6回のレッスンと、事前・事後アセスメントをほぼ予定通り行うことができた。

実施	協力先・位置づけ	予定日	内容	実施日	実施状況	
開発	みんなのみらいをつくる 保育園東雲(M保育園) プロトタイプ実施	11月28日	事前アセスメント・レッスン1	予定通り実施	アセスメント実施後、デジタル教材を実施	
		12月10日	レッスン2		デジタル教材実施、内容変更したアセスメント再実施	
		12月11日	レッスン3		デジタル教材実施	
		12月17日	レッスン4		アナログ教材を実施	
		12月19日	レッスン5		アナログ教材を実施	
		12月26日	レッスン6・事後アセスメント		アナログ教材を実施後、アセスメント実施	
本実施	昭和女子大学付属 昭和こども園 アナログ教材中心のプログラム	12月19日	事前アセスメント	予定通り実施	10名に事前のアセスメントを実施	
		1月10日	レッスン1(M保育園レッスン4)		10名にレッスン1を実施(新規3名)	
		1月15日	レッスン2(M保育園レッスン1)		10名にレッスン2を実施(新規1名)	
		1月17日	レッスン3(M保育園レッスン5)		10名にレッスン3を実施(新規2名)	
		1月22日	レッスン4		10名にレッスン4を実施(新規1名)	
		1月24日	レッスン5		10名にレッスン5を実施	
		1月29日	レッスン6(M保育園レッスン6改訂)		10名にレッスン6を実施(新規1名)	
		1月31日	事後アセスメント		10名に事後アセスメントを実施(2名は新規、事後アセスのみ)	
		1月9日	事前アセスメント		予定通り実施	5名に事前のアセスメントを実施
		1月16日	レッスン1			5名にレッスン1を実施
		幼稚園 First Classroom 世田谷 デジタル教材中心のプログラム			1月18日	レッスン2(M保育園レッスン1)
1月18日	レッスン3					
1月23日	レッスン4(M保育園レッスン2)			1月25日	6名(1名は対象外)にレッスン4・5を実施	
1月23日	レッスン5					
1月25日	レッスン6(M保育園レッスン6)			1月30日	7名に(2名は対象外)レッスン6を実施	
1月30日	事後アセスメント			2月4日	5名に事後アセスメントを実施	

実施内容：2園で実施したプログラム内容

【昭和女子大学付属昭和こども園】

プログラム内容		
第1回	事前アセスメント	四枚の木の変化を説明、4枚の木と服装・体感（暑い寒い）を照合する
第2回	レッスン1	絵本『むしゃむしゃむしゃ』を読み、登場人物の気持ちをグラフに表わす
第3回	レッスン2	四季の木の変化を観察した後、横軸に木の変化の写真を並べ、縦軸に木の葉の量を置きグラフ化、次に縦軸を服装に変えてグラフ化する
第4回	レッスン3	教具Hoberman球の大中小の変化とお話（2種類）を組合せ、グラフにする
第5回	レッスン4	絵本『ゆっくり おやすみ にじいろの さかな』を読み、登場人物の気持ちをグラフに表わす
第6回	レッスン5	絵本『ソフィーは とても おこったの』を読み、登場人物の気持ちをグラフに表わす
第7回	レッスン6	絵本『きりんは ダンスを おどれない』を読み、登場人物の気持ちをグラフに表わす
第8回	事後アセスメント	四枚の木の変化を説明、4枚の木と服装・体感（暑い寒い）を照合する

【幼稚園 First Classroom世田谷】

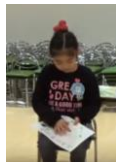
プログラム内容		
第1回	事前アセスメント	四枚の木の変化を説明、4枚の木と服装・体感（暑い寒い）を照合する
第2回	レッスン1	花が順番に咲く映像を見て、順番を考え、グラフ化する。次にドーナツの映像を見て減る場合があることに気づき、グラフ化する
第3回	レッスン2	映像で四季の木の変化を観察した後、横軸に木の変化の写真を並べ、縦軸に木の葉の量を置きグラフ化、次に縦軸を服装に変えてグラフ化する
第4回	レッスン3	減る、増えるをテーマにグラフ化する。ピザの映像を見て減っていく様子を見て、人物ごとに食べた枚数をグラフ化する。ジグソーパズルの映像を見て、横軸に増えた枚数、縦軸にパズルの形を置いてグラフ化
第5回	レッスン4	鳥の巣の映像を見て、何の映像か考えた後、グラフを使ってどの場面で鳥の巣とわかったかを表す。木の映像を見て、木の部分や木の下で人が何かをしていることに気づく
第6回	レッスン5	自転車の映像を見て、速さの違いや道などの違いに気づき、グラフを使って場面ごとの速さを表現する。速くなったり遅くなったりする理由を話し合う。速く歩いたり遅く歩いたりしてみる
第7回	レッスン6	絵本『きりんは ダンスを おどれない』を読み、登場人物の気持ちをグラフに表わす
第8回	事後アセスメント	四枚の木の変化を説明、4枚の木と服装・体感（暑い寒い）を照合する

実施内容：レッスンの様子

【昭和女子大学附属昭和こども園 レッソンの様子】



「第1回の様子
初めてのグラフは
集まってみんなで



第3回の様子
できたグラフを見て、みんな
の前で説明する練習もした



第4回のグラフ(記入
事例) お話で、最後に
主人公がとても安心し
たので、グラフの最
後のシールはシート
裏側に貼った



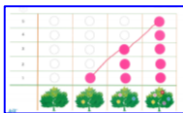
第5回の様子
できたグラフを見ながら、
最後に先生に一人ず
つ説明。この形がいち
ばん落ち着いた

【幼稚園 First Classroom 世田谷 動画教材を使ったレッスンの様子】

初めての動画教材、
画面は手前左



グラフ作成も初めて
仲間の動きが気になる



右：グラフ1枚目
下：楽しく2枚目
グラフを作成



【こどもの様子にあわせたプログラムの実施】

昭和女子大学附属昭和子ども園では、子どもたち同士での教え合いやまねる姿がよく見られた。途中その時間が長くなったため、後半では並び方を変えたり、構成を見直した。子どもの成長のスピードは速く、毎回のレッスンを振り返り、常に、学びの最近接領域にあわせたプログラムを準備するよう心がけた。

〔レッスン1〕

①グラフの作成、聞かれて説明



②向こうの動きも気になる



③こちらでは話し合い



④指さして、説明



〔レッスン5〕

①一列に並んでお話を聞きながら、グラフ作成 (5'35")



②終盤15'40"ころには、やや疲れ気味。でもちょっと意見を聞きに



③最後は一人ずつ先生に説明(16'30")



実施内容：アセスメント評価基準の決定

- 3つのアセスメント項目について、下記のようなねらいで実施し、評価基準で点数化した。
- 2つ目の気温変化について、衣服の選択で示してもらったねらいがあったものの、昨今季節と衣服の関係が流動的になっており、評価項目として重きを置かないこととした。結果として、気候変化は、項目1と3をつなぐ役割を果たした。

アセスメント項目	ねらい	評価基準
1. グラフ説明	4枚の木の絵の変化について説明がどのようにできるか	<ul style="list-style-type: none"> • 3点満点 • 基準(表のグラフの説明の評価基準参照) 3点：時系列、原因と結果の関わりに触れている 2点：比較ができている 1点：視点が言える
2. 気温変化	気温変化を衣服の選択で表現できるか	<ul style="list-style-type: none"> • 4点満点 • 4枚の木の絵(=季節)について、1枚できれば1点とした
3. グラフ理解	X線Y軸の適切な位置にシールを貼ることができるか	<ul style="list-style-type: none"> • 4点満点 • 4枚の木の絵(=季節)について、1枚できれば1点とした

1. グラフの説明の評価基準（詳細）

点数	グラフの説明	説明の評価基準
3点	<ul style="list-style-type: none"> • 変数が時間の経過とともにどのように変化しているのかを説明することができる。 	時系列（接続詞） 例：まず、次に、また冬に戻る、だんだん、○○になって○○になって、季節との結びつき 原因と結果 原因と結果の関わりに触れている。
2点	<ul style="list-style-type: none"> • 変数が変化することを理解し、個別の事柄を、時間の経過と結びつけて説明できる。 	比較 例：こっちは○○こっちは○○
1点	<ul style="list-style-type: none"> • 変数が変化することを、個別の事柄と結びつけて説明することはできるが、時間の経過との関係は説明できない。 	視点 四季(冬、春、夏、秋) 地面(雪、緑、落葉) 気温(あつい、さむい) 地面の色(白、緑、赤) 木の様子(雪、花、実、落葉) その他(空など)

2. グラフの理解の評価基準（詳細）

グラフの理解	理解の評価基準
<ul style="list-style-type: none"> • 変数が、時間の経過とともに変化することを線を使ってグラフに表すことができる。 	<ul style="list-style-type: none"> • アセスメントでは評価していない。 • レッスンの中で、説明をするときに、手を使ってグラフを描く子どもが見られた。
<ul style="list-style-type: none"> • 時間の経過とともに変化する変数について、出来事を点でグラフに表し、線をつなぐことができる。 	<ul style="list-style-type: none"> • 点を正しく置けたことで、線で繋ぐことができるとみならず。 • 木の姿(季節)が4通りあるため、実際には4つを点数化し、全部できると4点として採点した。
<ul style="list-style-type: none"> • 時間の経過とともに変化する変数について、出来事を点でグラフに表すことができる。(線で表すことはできない) 	

実施内容：事前・事後アセスメントの結果比較

1.説明



アセスメントに使用した季節の絵（4枚）

NO	結果		事前	事後
	事前	事後		
S001	1	3	<ul style="list-style-type: none"> 実がある。 それがちよっと変わった。 	<ul style="list-style-type: none"> 冬は雪降ったけど、春になると花が咲いて、これ夏かな？ 夏になると花じゃなくて、何だこれ？？ミカンみたいミカンかな？ミカンが咲いて、秋になると葉っぱがでる。
S002	1	3	<ul style="list-style-type: none"> 季節。 寒いとか、暑いとか、普通とか変わってる。 	<ul style="list-style-type: none"> 季節。 寒いとかあったかいとか。 冬、春、夏、秋って変わっていった。
S007	2	3	<ul style="list-style-type: none"> これから、これ。 これからこれに変わった。 葉っぱ。 こっちよりこっちのほうが草が多い。 ここだけ実がなっていない。 ここだけ空の色が違う。 う〜んわかんない。 	<ul style="list-style-type: none"> 最初は雪が積もってて、あとここも真っ白けで、でもだんだん花が咲いて下も綺麗になってきて、でまた黄色みたいになるから、こういうちよっと赤黄色っぽい緑になって、それで赤と黄色になった。
S009	1	3	<ul style="list-style-type: none"> 雪とか降ってるから、花が咲いて、実が咲いてる、葉っぱが落ちてる。 	<ul style="list-style-type: none"> 最初はこういう雪が降ってて、全然こういう葉っぱとかなかったけど、春になると花びらがいっぱい咲いて花びらとかが落ちてきた。で、こっちはこういう実がいっぱいついて、ちよっと秋っぽくて、これは葉っぱが黄色くなって、黄色いやつもあるしオレンジのやつもある。
F001	1	3	<ul style="list-style-type: none"> 先にこの木に何かついているものが変わっている。 	<ul style="list-style-type: none"> 季節。 雪、桜になって、柿になって、赤と黄色の葉っぱ変わった。
F002	1	3	<ul style="list-style-type: none"> 実がなって、実がなくなっちゃって、葉っぱが落ちた。 	<ul style="list-style-type: none"> 季節。 雪が降って、雪が解けて花が咲いてから花が散って実ができて、それから葉っぱになった。
F003	1	3	<ul style="list-style-type: none"> こっちは雪が降ってるから花が咲かなくて、春ぐらいになると…あの…えっと…こっちの方が多いけど花びらが落ちると少なくなるから。 それで秋になると…。 	<ul style="list-style-type: none"> こっちは最初冬で、その次は春で、夏で、秋だから、冬は何にも葉っぱがないけど、春になると葉っぱが増えてお花が咲いたりして、夏は花が実になってる。それで秋になると葉っぱが落ちる。
F004	1	3	<ul style="list-style-type: none"> これは春で、これは雪で、これは夏で、これは秋。 	<ul style="list-style-type: none"> こっちは冬になって、春になって、こっちは夏になって、これが秋。 冬に葉っぱが変わって、春には葉っぱと花があって、夏にはりんごと葉っぱがあって、秋には葉っぱがない。



実施内容：事前・事後アセスメントの結果比較（つづき）

2. 気温変化

S001		S002		S003	
事前	事後	事前	事後	事前	事後
S004		S006		S007	
事前	事後	事前	事後	事前	事後

3. グラフ理解

S001		S002		S003	
事前	事後	事前	事後	事前	事後
S004		S006		S007	
事前	事後	事前	事後	事前	事後

成果：概要

達成したい状態

1. 開発した未就学児童対象の「システム思考」学習教材を用いて受講した児童が、教材を活用し、システム思考者の習慣のファーストステップを歩んだと認められる状態。
2. 受講後の児童に、国外先進事例の就学前児童同等のリアクションが認められる状態。
3. ICT教材で受講した教材に興味を持ち、自主的に取り組むことで習慣化が始まる状態。
4. 上記各状態がルーブリック評価などで極力定量的に提示できている。

到達目標「時系列変化パターングラフを作成できるようになり、できごとを時間軸に沿って原因や理由を含めながら説明できるようになる」

本実証事業の到達目標

• 変数が、時間の経過とともに変化することを線を使ってグラフに表すことができる。	• 変数が時間の経過とともにどのように変化しているのかを説明することができる。
• 時間の経過とともに変化する変数について、出来事を点でグラフに表し、線でつなぐことができる。	• 変数が変化するパターンを理解し、個別の出来事を、時間の経過と結び付けて説明できる。
• 時間の経過とともに変化する変数について、出来事を点でグラフに表すことができる。（線で表すことはできない）	• 変数が変化するパターンを、個別の出来事と結びつけて説明することはできるが、時間の経過との関係は説明できない。

実際の達成度

- 非認知能力の変化を短期間で計測することやシステム思考の定着度を定量的に計測することは困難であるが、今回の到達目標であるシステム思考の1つの要素であるグラフ化を習慣化させるということについては、ほとんどの児童にその傾向が見られたことから目的が達せられたものと考え。
- レッスン終了後のほとんどの児童に、国外先進事例の就学前児童同等のリアクションが認められたものと考え。
- システム思考学習を始める時期として就学前が妥当かという議論があったが、今回の結果を受けて、幼児期に始めるのもよいという裏付けができた。
- 子どもの脳は、4歳から5歳で最も成長するという調査結果があり、この時期にシステム思考学習を行う可能性に関して、日本で初めて未就学児を対象にシステム思考学習の実証実験を行った意義は大きい。

理由・改善/発展の方向性

- システム思考教育は複雑性の高いもので、実験を繰り返す必要がある。ここから出てきた仮説を次に検証していくことが、今後のシステム思考教育の発展につながる。
 - 今回の結果分析については、対象数も少なく、科学的な根拠やデータは不足しているため、継続的な検証が必要である。
 - 今回は児童がシールを貼って表現する方法を選んだが、他にも手でグラフを描く、体で表現するなど、さまざまな表現方法や、実際の体験の中から行動観察することなども考えられ、様々な可能性を試行することが望ましい。
 - システム思考はホリスティックなものであり、研究手法自体も様々な状況下システム的に捉えることが重要なので、例えば遊びや探究的活動の中でシステム思考を身につけていく研究も有意義である。
- 今回の実証実験では、デジタル教材とアナログ教材を別の園を利用して行ったため、教材の比較評価についての言及が難しかった。教材開発の可能性についても、探求を継続する必要がある。

成果：事前・事後アセスメントの結果一覧

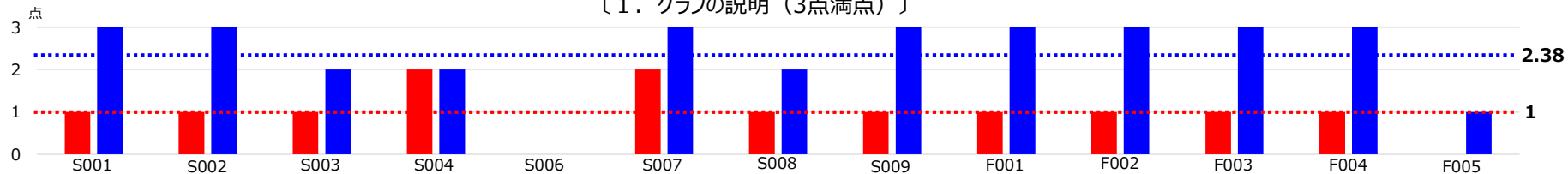
- 受講者のうち、事前事後のアセスメントを両方受けた昭和女子大学付属昭和こども園の8名、幼稚園 First Classroom世田谷の5名を、分析の対象とした。
- 全体として、ほとんどの子どもに説明の仕方やグラフ理解について、スコアの上昇がみられる。

NO	属性		アセス	レッスン		結果					
	誕生日	性別				説明(3点満点)		シート1：気温変化(4点満点)		シート2：グラフ理解(4点満点)	
			受講回数	受講回数	木のレッスン受講有無	事前	事後	事前	事後	事前	事後
S001	7月	女	2	2	無	1	3	3	3	4	4
S002	9月	女	2	3	有	1	3	3	4	0	3
S003	9月	女	2	5	有	1	2	1	3	2	3
S004	3月	男	2	6	有	2	2	4	3	0	4
S006	9月	女	2	4	有	0	0	2	4	0	1
S007	7月	男	2	6	有	2	3	3	3	4	4
S008	2月	男	2	4	有	1	2	3	2	0	2
S009	10月	男	2	5	有	1	3	2	2	1	3
F001	11月	女	2	3	無	1	3	4	4	0	2
F002	10月	女	2	4	無	1	3	4	3	0	4
F003	8月	男	2	5	有	1	3	3	3	0	0
F004	4月	男	2	4	無	1	3	2	3	1	1
F005	1月	女	2	5	有	0	1	3	3	2	1
合計					合計	13	31	37	40	14	32
					平均	1	2.38	2.85	3.08	1.08	2.46

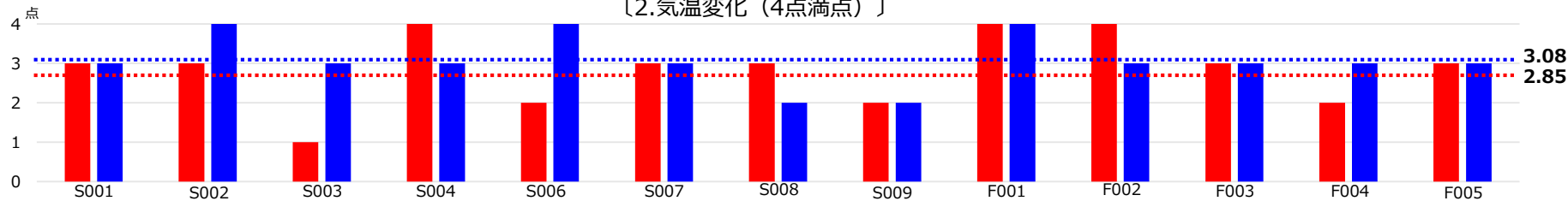
成果：事前・事後アセスメントの差異

■ 事前 ■ 事後 事前平均 事後平均 (空欄はゼロ点を示す)

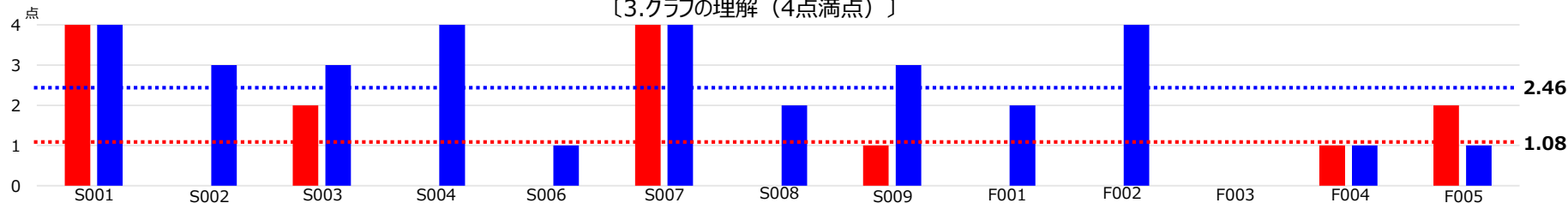
〔1. グラフの説明 (3点満点)〕



〔2. 気温変化 (4点満点)〕



〔3. グラフの理解 (4点満点)〕



成果：実証事業協力園 園長の声

昭和女子大学付属昭和こども園 園長 北村 秀人 氏

- 事後のアセスメントの子どもの表情の変化に驚いた。講師もうまく質問し聞き出していた。ただ、今回実証を行った12月・1月の時期は、毎年子どもたちが大きく成長する時期でもある。例えば、夏ごろにレッスンを実施するとどんな変化をするだろうかと興味がある。
- 当園では16時開始で行ったが、時間帯として適切で、実施月は毎週2回だったせいかな、子どもたちが早く講師にもレッスンにもなじんだように見えるが、1か月で終わるのではなく、もっと長いレンジで実施するほうが好ましいと思う。
- 子どもたちはレッスンを楽しんで参加してくれ、何をやったのかを話してくれた。

幼稚園 First Classroom 世田谷 園長 橋井健司 氏

- 始める前に、この取り組み全体やそれぞれのレッスンでどんな能力が身につくのかを、わかりやすく教えてほしい。終了後の声として、子どもたちの変化は、職員にも聞いたが、特に感じることはなかった。
- 1ヶ月程度やって効果がでるものでもないのに、できれば、1か月で終わるのではなく、もう少しゆとりがある、1年など長期的な取り組みにして欲しい。
- 子どもたちはプログラムにはそれほど興味がなく、講師の人柄とアプローチに魅了され、参加していたという職員の意見もあった。講師の子どもとの接し方から援助者の存在やアプローチの大切さを、子どもたちの姿から毎日の生活の大切さを、学ぶよい機会だった。

成果：講師の声

講師 風間紗喜 氏

1. 留意した点

外部講師として、子どもたちが安心安全に感じられるように、信頼感作りと、コミュニケーションの充実を心がけ、毎回のレッスンを行った。

2. 途中で見直した点

待ち時間や説明を聞く時間が長くなると、子どもたちの集中が途切れてしまうことに気づき、進め方を見直した。

・ 昭和女子大学付属昭和こども園

レッスンの5・6から、進め方・椅子の配置を見直し、個人ワークと最後の1対1の講師との個人説明を中心に置き、待ち時間を極力減らした。

・ 幼稚園 First Classroom 世田谷

進め方を見直し、集まった子どもを待たせないよう、同じレッスンを最初集まったグループ、その後集まったグループに分けて、2回実施した。内容もスピードアップをはかり、動画視聴とグラフ作成中心とした。

3. 気づき

・ 昭和女子大学付属昭和こども園

アナログ教材中心のプログラムでは、6回のうち絵本を4回と教具1回の5回のレッスンを実施。レッスン時の感触として、子どもたちは、各回のストーリーを時間軸に沿って語るができ、グラフをなぞりながら話す姿も見られた。回が進むと、何が起きてこうなったかという原因や結果、登場人物も、主人公だけから回りの人も説明に入るようになった。

・ 幼稚園 First Classroom 世田谷

デジタル教材は今回、講師が説明を加えて膨らますことが期待されたが、現場での対応は難しく、子どもたちの集中を維持することに苦労した。

成果：デジタル教材開発者の声

プログラムマネージャー 萩原伸郎 先生

- システム思考の学習教材として、学習者の年齢、人数、学習環境、時間、学習内容という変数に対応しやすい媒体として映像を選択した。とりわけ、就学前の子どもたちがシステム思考の基本となるいくつかの習慣を理解する手助けとして有効な教材になるために、次の基準を設けた。
 1. 子どもたちの生活体験にある素材から学習課題に入る。
 2. 教え込みではなく子どもたち自身が気がつくようなしかけを加える。
 3. 子どもたちの自由なつぶやきや発言、意見のやりとりを可能にするために映像は静止画像と無音声を中心にする。
 4. 子どもたちの集中度を高めるために2分以内の映像にする。
- 13本の試作教材のうち今回の実証研究で活用したものは一部ですが、開発に際してねらっていた上記のことが予想通りに子どもたちの中から現れてきた。一方で、改良するべき点も明確になった。
 1. 映像の時間をさらに短くして集中度を高める。
 2. ナレーションを加えて映像から読み取る物事を子どもたちに意識させる。
 3. 効果音などを加えて気づきや発見を促す。
- 映像教材はこれからも制作を続け、Websiteにあげて誰でもどこでもいつでも活用できるような環境も整えたいと考えている。

プログラム開発協力園

みんなのみらいをつくる保育園東雲園長 成川宏子氏、認定NPO法人フローレンス・障害児保育事業部・保育スーパーバイザー・森永紗希子氏の声

- 年長児の話を聞いていたら、ちゃんと時間の流れに沿って話をしていることに気がつき、成長を感じることができた。自分自身もこのプログラムを知ることで気づくことができたと思った。
- システム思考を学ぶと、園の中で日々起きるいろいろなことに、時系列変化パターングラフをイメージして考えると、その時の目の前で起きていることだけでなく、その日の朝や少し前に起きたことや気持ちの動きまで考えたり、そのうえで本当に解決すべきことを考える手助けになるのではないかと思う。
- 年長児について入学準備として自分の名前が書けるようにとか、10まで数えられる等の指導があるが、一方でシステム思考等の考える習慣を身に着けることは、自分の身の回りで起きたことを解決するのに役立つのではないか。この時期なら身に着けることができそうと感じている。

システム思考教育の可能性と今後の取り組み

システム思考教育の可能性

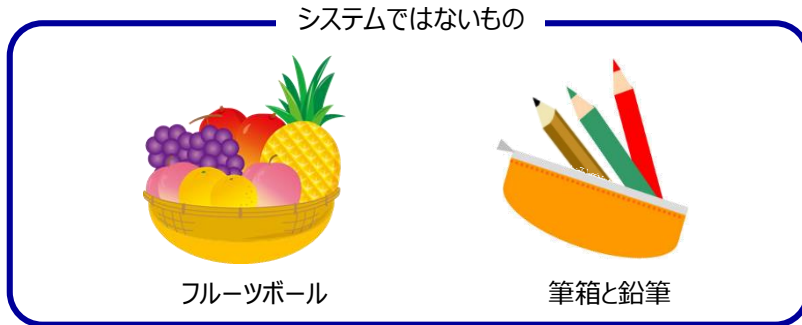
- システム思考は、複雑化する社会の中で、前例を踏襲しない創造的な問題解決や、アイデアの創出に必要な思考法として、その活用が広がっている。今回の実証事業を通して、マイクロソフトやボーイング社が本社を置くワシントン州では、システム思考教育を小・中・高の学習指導要領に盛り込み、教科学習の一環として、子どもたちがシステム思考を学んでいることを知った。近年では、脳科学の研究が進み、幼児教育の可能性が注目を浴びる中、絵本や身近な生活をテーマにした幼児期からのシステム思考教育も活発化している。
- 日本では、システム思考教育は、成人教育の一環として行われている。しかし、システム思考を専門とされる審議会委員吉沢昇司氏によれば、システム思考教育を受けた多くの成人は、システム思考の習慣を習得することに難しさを感じるという。
- 今回の実証事業は、短期間であり、実証データとしては不十分なものであったが、子どもたちが時系列変化パターングラフを習得し、自分の言葉で時系列で何が変化したのか、なぜ変化したのかを語る様子から、システム思考者の習慣化に向けたファーストステップを歩んでいる様子が伺えた。本事業の結果を踏まえて、今後も、長期にわたる実証実験を継続していきたい。同時に、国外ですでに先行事例のある小学校におけるシステム思考教育の実証実験にも、取り組みたい。

今後の取り組みの可能性

- システム思考教育のテーマは多岐に渡る。本実証事業で扱ったテーマ以外にも、自分の経験や、身近な動植物の変化をグラフ化することも可能で、日常生活の様々な場面でシステム思考を活用することができる。
- <システム思考教育の対象とツールの広がり今後の可能性>
 - ① 幼児を対象に、時系列変化パターングラフを生活の中で活用するプログラム開発と実施
 - ② 幼児を対象に、バスタブ理論など、グラフ以外のシステム思考ツールを活用するプログラム開発と実施
 - ③ 小学生を対象に、コネクテッド・サークルや、フィードバック・ループ等のシステム思考ツールを活用するプログラム開発と実施

参考：システム思考とは

1. 「システム」とは、①目的、②要素、③要素の繋がりがあある集合体。



2. システム思考の特徴

- システム思考は、ものごとを一連のつながりとしてとらえ、そのつながりの質や相互作用に着目する。論理的思考が主張に対して違和感のない根拠を示すことを求めるのに対し、システム思考では要素や要素のつながり、プロセスに着目する。
- 全体最適化や複雑な問題解決を考えるのに活用される。

3つの特徴

全体俯瞰

物事を1つの要素を選んで考えるのではなく
全体構造として捉える

つながり

物事の構成要素間の因果関係に着目し
その背景にある本質的な構造を解き明かす

時間経過

要素をある瞬間で捉えるのではなく
時間の経過につれ動きのある現象として捉える

参考：システム思考は思考の習慣 ～ 幼児期から学ぶことによって身に着けることができる

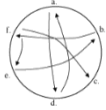
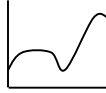
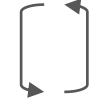
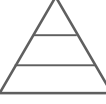
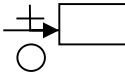

システム思考者の習慣（子ども）

<p>① 大きな視点で見てみよう</p> 	<p>② 時間と共に、どう変化するか観察してみよう</p> 	<p>③ システムが上手くいく方法を探そう！ 上手くいかない時も、お友達のせいにならない</p> 
<p>④ 原因や行動と結果には必ずつながりがある</p> 	<p>⑤ 別の見方から考えてみる</p> 	<p>⑥ 自分の考えを話したり、お友達の考えを聞いてみよう</p> 
<p>⑦ 混乱したり、複雑になったら、あわてずちょっと待って考えてみよう</p> 	<p>まず、考えてみよう</p>	<p>⑧ 「今の気持ちや考え」が、どんな影響を及ぼすか考えてみよう</p> 
<p>⑨ システムのキーがどこにあるか探します</p> 	<p>⑩ 「今やった結果」、 「時間をかけてやった結果」を分けて考えてみよう</p> 	<p>⑪ 予想していないことがどこから起こるか探る</p> 
<p>⑫ 時間と共に物事が変化することを 知る</p> 	<p>⑬ どこを変えたら良い結果になるか考えて、 少しずつ良い方向に進めてみよう</p> 	<p>⑭ いろいろな物事をつなげるとわかりやすくなる</p> 

Copyright© 2013 Kumahira Security Foundation & Family Compass

※ Waters Foundation, Systems Thinking in Schools 版を参考に作成

参考：システム思考教育 視覚的ツール一覧表 ～ ツールによって年齢に応じた学びができる

<p>コネクテッド・サークル</p> 	<p>サークルを描く目的は、複雑な問題の根本的な原因を理解すること。サークル上に要素を並べ、そのつながりを描くことで、要素間の関係性を可視化することができる。その上で、因果関係を表すループを見つけ、原因と結果の関係性を明らかにすることで、変化を起こす道筋を見出すことが可能になる。子どもが、フィードバック・ループを学ぶ導入段階で、使用することが多い。</p>
<p>幼児も実践可 時系列変化パターングラフ</p> 	<p>システムの主要な要素（目標とするアウトプット、インプット、活動量、資本・資源、影響など）の過去から現在、未来までのパターンを折れ線グラフで描く。中でも関心の高い要素に関しては、未来に向かって「望ましいパターン」「このままのパターン」など複数のパターンを描く。定量的な分析を行う際には、ループ図などのシステム図と相互に行き来しながら、量的なレベルについての検討に活用する。 ※チェンジ・エージェントHP/システム思考のツールより引用</p>
<p>フィードバック・ループ</p> 	<p>「今までのパターン」「このままのパターン」がなぜ起こるかについて、システムの主要な要素及びそれらに影響を与える要素、影響を受ける要素を列挙し、要素間の因果関係を矢印で結びながら、要素間の相互作用（フィードバックループ）を見出すためのツール。今起きているパターンを説明し、関係者が納得できるループ図を描いたら、対話によって理解を深め、効果的な働きかけを探るためにも用いる。 ※チェンジ・エージェントHP/システム思考のツール</p>
<p>冰山モデル</p> 	<p>物事の全体を捉える、システム思考の基本的なフレームワークのひとつ。変化を実現する際に、認識しておかなければならないことは、目に見えている事柄は、氷山の一角であるということ。時系列変化パターングラフ、フィードバック・ループ、推論のはしご等のシステム思考のツールを活用することで、冰山モデルの全体を捉えることができる。冰山モデルを活用することで、現象としての課題に対処するのではなく、根本的な原因を理解し、課題解決に取り組みことが可能になる。</p>
<p>幼児も実践可 ストック＆フロー</p> 	<p>システムの中で蓄積する要素（ストック）と、その蓄積を決定する要素（フロー）の構造は、フィードバックループと並んでシステムのダイナミクスを理解する上で重要な役割を果たす。さまざまな要素間で、このストックやフローを共有したり、その連鎖の一部となっていることで、互いに影響を与え合うことがしばしばである。ストックとフローを理解し、他の要素とかき分けたり、ストックとフローの適切な境界を再設定することで効果的な働きかけを見出す。成長の限界をつくる供給源や吸収源もまた、ストックの一種である。 ※チェンジ・エージェントHP/システム思考のツール</p>
<p>推論のはしご</p> 	<p>推論のはしごは、人の思考プロセスを表した概念。人は、事実や経験に対して評価判断を行い、その結果、価値観（判断の尺度）を確立する。経験を通して確立された判断の尺度は、物事を捉える際のレンズの役割を果たす。推論のはしごを活用することで、どのようなレンズを持っているのか、どのような判断の尺度を活用しているのかを客観視することが容易になる。その結果、新たなものの見方を手に入れることも可能になる。</p>

参考：時系列パターングラフを活用したレッスン ～ グラフにはストーリーがある

1. グラフを描くことによって、変化を見える化し、プロセスに焦点を当てることができる。

- 一つひとつの出来事を理解するだけでなく、時間の経過とともに変化するものをとらえられる。
- 変化とその原因を結びつけることができる。
- 何が起きているのか、それがなぜなのかを深く考えることができる。
- アイデアを表現し、他の人に伝えることができる。
- 話し合いに活用できる。
- 話し合いを経験することで、語彙が増える。

2. 活用のポイント

- シンプルで明快なテーマやストーリーを選ぶ。
- Y軸の変数は一つに絞る。
- グラフ自体よりも、子どもたちの対話や発見を大切にする。
- グラフに描きたい出来事を選ぶことができる。
- 楽しい時間にする。

