

3層イベント駆動モデルを用いた系図表示 —データ構造と図像化規則の提案—

杉山 正治¹

概要：本報告では系図表示のための決定論的3層イベント駆動モデル GeneLog を提案する。GeneLog では親子を「入力層(親) → 中間層(イベント) → 出力層(子)」で表し、レベル(世代)とグループ(家系)で婚姻線分を排除し、明示的ダミーノード・世代逆流線・サブグループを用いて各個性をイベントノード経由の直線のみで繋ぐ。この結果、コンテナとノード全体が完全なツリー構造になり、メンタルマップを維持しながら描画計算量 $O(N)$ を達成でき、伝統的系図様式や GEDCOM では実現困難だった家系分離、親族内婚、多重再婚、異世代婚、生殖補助医療、神話、養子縁組、異説並記等の図像が世代を揃えた状態で破綻なく得られる。テキスト系図と図像化規則でその有効性を示す。

キーワード：家系図, GEDCOM, GeneLog, メンタルマップ, 階層グラフ

A Three-Layers Event-Driven Model for Displaying Genealogy —Proposed Data Structure and Visualization Rules—

SEIJI SUGIYAMA¹

Abstract: This paper proposes “GeneLog”, a deterministic three-layer event-driven model for displaying genealogy. Parent-child relationships are represented by an “Input(Parents) → Intermediate(Events) → Output(Children)” structure in GeneLog. Marriage segments are eliminated by utilizing Levels(generations) and Groups(lineages). Individuals are connected by only straight lines passing through event nodes, using explicit dummy nodes, generation-backflow lines, and subgroups. As a result, the whole of containers and nodes forms a complete tree structure. This can maintain the user’s mental map while achieving a drawing computational complexity of $O(N)$. The proposed model can make seamless layouts with aligned generations successfully by handling complex structures including lineage separation, consanguineous marriage, multiple remarriages, intergenerational marriage, assisted reproductive technology (ART), mythology, adoption, and concurrent alternative theories that are difficult to implement in traditional genealogical styles or GEDCOM format. The effectiveness of this approach is shown through textual genealogies and visualization rules.

Keywords: Family Trees, GEDCOM, GeneLog, Mental Map, Layered Graph

1. はじめに

伝統的系図様式では、図 1 のように、たかだか2回の再婚で同一世代に並ぶべき父母^{*1}全員を水平に配置できず、図 2 のように、いとこ婚程度で線分に閉ループが生じ、個性の配置により線分を跨ぐ図像(半円弧)が必要になる[1]。

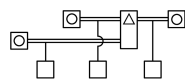


図 1 再婚2回の例

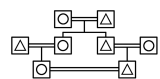


図 2 いとこ婚の例

¹ 大谷大学, Otani University

^{*1} △を男性, ○を女性とする。

このため、親族内婚・多重再婚・異世代婚等が増えると図 3 のように描かざるを得ず[2]、予備知識無しに誰と誰が同一世代なのかを瞬時に把握するのは困難である。これは父母を婚姻線分(水平二重線)で繋ぐ図像に起因する問題であり、世代の高さが揃わず、目視で親等数^{*2}を把握しにくい。

一方、片親と子を直接繋ぐ一系系図であれば婚姻線分が無い場合、完全な木構造になり、世代を揃えて線分交差を無くせるが、母の図像が欠落する。このため、尊卑分脈等では図 4 のように母の出自が付帯情報で記述される[3]が、これはテキストを余白に並べただけの妥協の産物と言える。

^{*2} 親等は親族間の世代数を数えてこれを定める(民法第726条)。

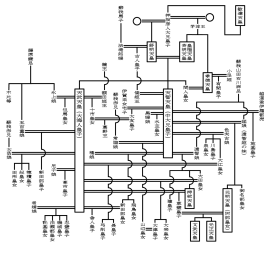


図 3 複雑な系図の例 [2]

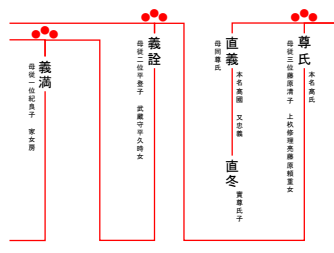


図 4 尊卑分脈の例 ([3]より抽出)

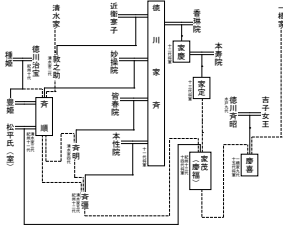


図 5 養子縁組関係の例 [4]

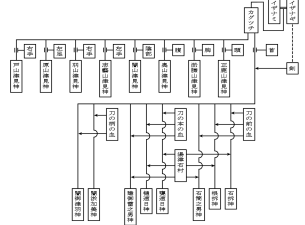


図 6 火神殺害神話の例 [5]

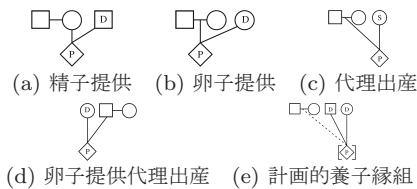


図 7 生殖補助医療の図像化規則 [6]

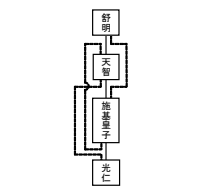


図 8 異説の例 [8]

養子縁組では図 5 のように実子の世代が揃わず [4]、家系をグループ化して継承関係を示すのも容易ではない。神話では図 6 のように神から物、物から物、物から神が生じるため、親子間に多階層の世代配置と例外的な図像化規則が不可避であり混迷を極める [5]。生殖補助医療でも図 7 のように例外的な中間層の図像化規則が必要である [6]。体細胞クローンは核提供者とクローンが遺伝的に親子かつ兄弟姉妹の関係であり、これを適切に表現できる図像化規則は存在すらしていない [7]。複数の異説を伝統的系図様式で表すと図 8 のように劣悪な配置になるため、諸説毎に別々の紙面に書き分けて並べるしか方法が無い状況である [8]。

系図情報格納形式 GEDCOM[9] は、多階層世代配置、家系グループ化、異説等の仕様が設計されておらず、表示に関するデータ構造も存在しない。基本的に個性データ列と核家族データ列の 2 つしか管理できず、婚姻関係も 3 人以上の親を設定できず、柔軟性が全くない。このため、PC で伝統的系図様式の表示問題を克服したとしても、その情報を GEDCOM に格納するのは困難であり、汎用性もない。

力指向アルゴリズムは、要素の増減で配置が激しく変動するため、メンタルマップが維持されない [10][11]。階層型アルゴリズムは、線分交差の最小化を優先する [12] ため、ユーザ意図の反映は困難である。殆どの商用系図ソフトウェアは、複雑な関係性を入力すると同一個性を複数箇所に表示するバッドノウハウに陥っている [1]。著者らは既に複数の系図モデル [1],[4],[5],[8][13],[14] 等を提案してきたが、伝統的系図様式の問題から本質的解決に至っていない。

現在、動的グラフ可視化について生成 AI がトレンドであるが、誤出力を排除できず、ユーザが望む厳密な配置を再現できない [15]。誤出力の修正は後処理を肥大化させ、収集が付かない [16]。100 % の正確性が求められる系図表示において、この非決定論的アプローチは致命的である。

これらの観点から、系図表示ソフトウェアのデータ構造と図像化規則に求められるものは、以下 4 点に集約される。

- (a) 個性・関係性をユーザの望む配置に並べられ、要素を増減した場合でもメンタルマップを完全に維持する。
- (b) 親族内婚・多重再婚・異世代婚・養子縁組・生殖補助医療・神話等いかなる系図も世代を揃えて破綻しない。
- (c) 家系グループ・異説等のカテゴリ分けを単一画面上に、個性を複製せずに同時に並べて表示し、比較できる。
- (d) データ構造と論理的表示位置を一対一に対応させることでコーディングもデータ入力もシンプルに行える。

本報告では、決定論的 3 層イベント駆動モデル GeneLog (ジェネログ: Genealogical Elements Networked by Events within Levels of Organized Groups) を提案する。GeneLog は実体 (element) と因果 (event) を分離した二部グラフを採用し、階層 (level) とグループ (group) を内包する。親子関係を「入力層 (親) → 中間層 (イベント) → 出力層 (子)」の 3 層で表現し、家系をグループ単位で分離することで、各個性位置を 1 箇所に固定したまま、イベントノードを経由する直線のみで個性を繋ぎ、世代逆流線で親子逆転配置に対応し、サブグループで多階層世代配置をカプセル化する。この結果、データ構造と論理的表示位置が一対一に対応し、メンタルマップが維持され、ユーザの望む配置が確定的に定まる。配置計算にグラフ探索が不要であり、時間計算量 $O(N)$ の数理的絶対座標の代数計算のみで (a)–(d) を満たす。以下では、本手法の概要を示し、テキスト系図と図像化規則とデータ構造により、その有効性を示す。

2. GeneLog の定義

提案手法 GeneLog における系図システム全体 S を

$$S = (G, C) \quad (1)$$

と定義する。ここで、 G は実体 (Element) ノード集合 X と因果 (Event) ノード集合 Y の関係を表す二部グラフ

$$G = (V, E) \quad (2)$$

であり、ノード集合 V と有向エッジ集合 E は

$$V = X \cup Y \quad (X \cap Y = \emptyset) \quad (3)$$

$$E \subseteq (X \times Y) \cup (Y \times X) \quad (4)$$

の関係を満たす。一方、 C は空間コンテナ全体の集合

$$C = G \cup L \quad (G \cap L = \emptyset) \quad (5)$$

であり、 G はグループ (Group) 集合を、 L は階層 (Level) 集合を、それぞれ表す。

任意のコンテナ $c \in \mathcal{C}$ の子要素を返す写像 f_{children} を

$$f_{\text{children}}: \mathcal{C} \rightarrow (\mathcal{V} \cup \mathcal{C})^* \quad (6)$$

と定義する。ここで $*$ は直積の和を表す。なお、コンテナ間の所属関係は多重所属および循環参照を持たず、全体として根付き木のトポロジーを形成するものとする。システム内の包含ルールは

$$\forall g \in G, f_{\text{children}}(g) \subseteq \mathcal{V} \cup G \cup L \quad (7)$$

$$\forall l \in L, f_{\text{children}}(l) \subseteq \mathcal{V} \cup G \quad (8)$$

のように定義し、レベルの子要素は右向きを、グループの子要素は下向きを、それぞれデフォルトの配置方向とする。

任意のレベル $l \in L$ は必ず唯一の親グループ ($g \in G$) の直下に配置される。この従属関係を定義する写像 f_{parent} を

$$f_{\text{parent}}: L \rightarrow G \quad (9)$$

としたとき、レベル l における配置方向は、親グループの属性を定義する写像 f_{dir} を

$$f_{\text{dir}}: G \rightarrow \{ \text{'vertical'}, \text{'R->L'}, \text{'L->R'} \} \quad (10)$$

として、合成写像 $f_{\text{dir}}(f_{\text{parent}}(l))$ により一意に決定される。ただし、あるグループ $g \in G$ に方向が設定されていなければ $f_{\text{dir}}(g) = \text{'vertical'}$ を初期値とする。また、グループ間のレベル段数のずれを補正する写像 f_{offset} を

$$f_{\text{offset}}: G \rightarrow \mathbb{N} \quad (11)$$

と定義する。レベルに階層の番号を付与せず、グループのオフセット値とレベル配列の要素番号のみを用いることで、グループ間の世代（垂直位置）を揃えることができる。

任意の因果 $y \in Y$ に対する2つの写像 f_{from} と f_{to} を

$$f_{\text{from}}: Y \rightarrow \mathcal{P}(X), \quad f_{\text{to}}: Y \rightarrow \mathcal{P}(X) \quad (12)$$

と定義し、これらの写像の戻り値から得られる実体と因果の間を直線エッジのみで接続する。以上より、3層構造「入力層 (X) → 中間層 (Y) → 出力層 (X)」が形成される。

異世代間のエッジ接続を可能にするため、

$$X = X_{\text{std}} \cup X_{\text{dmy}} \quad (X_{\text{std}} \cap X_{\text{dmy}} = \emptyset) \quad (13)$$

と定義する。ここで、 X_{std} は通常の実体ノード集合を、 X_{dmy} は線分中継用ダミーノード集合を、それぞれ表す。

生殖補助医療の親権・遺伝・出産の有無を識別する3種類のフラグを返す因果 Y に対する写像 f_{art} を

$$f_{\text{art}}: Y \rightarrow \{0, 1\}^3 \quad (14)$$

と定義し、**from** 要素（親世代）の属性を取得する。

異説の全集合を T とするとき、コンテキストがどの異説に所属するかを返す写像 f_{theory} を

$$f_{\text{theory}}: \mathcal{V} \cup G \rightarrow 2^T \quad (15)$$

と定義する。ここで 2^T は T のべき集合を表す。

系図システム全体 $\mathcal{S}$ を走査するため、要素単体に対する処理を返す写像 f_{process} とその再帰処理の写像 f_{recur} を

$$f_{\text{process}}: \mathcal{V} \cup \mathcal{C} \rightarrow \Omega, \quad f_{\text{recur}}: \mathcal{V} \cup \mathcal{C} \rightarrow \Omega \quad (16)$$

$$f_{\text{recur}}(u) = f_{\text{process}}(u) + \sum_{id \in f_{\text{children}}(u)} f_{\text{recur}}(id) \quad (17)$$

と定義する。ここで、 Ω は出力オブジェクトの集合であり、 $+$ および $\sum$ はオブジェクトの結合演算を表す。各識別子 (id) から対応する構成要素へアクセスを行う写像 f_{map} を

$$f_{\text{map}}: I \rightarrow D \quad (18)$$

と定義する。ここで、 I は識別子の全体集合、 D はデータの全体集合であり、 id 毎のデータは $f_{\text{map}}(id)$ で得られる。

3. テキスト系図と図像化規則

3.1 基本型

提案手法 GeneLog における基本型のテキスト系図^{*3}を図9に、その図像化規則を図10に、それぞれ示す。

家単数（婚姻）モデルでは、図9(a)のように1つのグループの中に3つのレベルを並べる。第1層には親世代を、第2層には子発生イベント（CHD）を、第3層には子世代を、それぞれ並べる。さらに、Eventの左の角括弧内に親世代を、右の角括弧内に子世代を、それぞれ並べる。このツリー構造を元にした系図を図10(a)のように配置する。

家複数（離婚）モデルでは、図9(b)のようにグループBを追加して個性のみを移動し、図10(b)のように配置する。

親子ノードはイベントノードを介して直線エッジのみの最短距離で結ばれる。本手法では婚姻線分を一切用いず、グループ枠の包含関係で家系、苗字、既婚・離婚等の区別を行う。男性を青色の太線、女性を橙色の細線としている。

子複数モデルでは、図9(c)のように妊娠・出産ごとに別々のイベントを並べ、図10(c)のように配置する。これにより、単胎児と多胎児を区別して取り扱うことができる。

子無しモデルでは、図9(d)のようにイベント出力を空とし、図10(d)のように配置する。冗長だが図9(e)と図10(e)のように夫婦枠aで父母をグループ化することもできる。

図9(f)のように全ての子が単胎児であれば、イベントノードを第3層上端に重ね合わせて、図10(f)のように個性ノードの背後にイベントノードを隠蔽できるため、実質的な図像化規則として親子関係を2層のみで表現できる^{*4}。

一系系図は、図9(g)のようにイベントノードの隠蔽と母の省略のみで表すことができ、図10(g)のように配置する。

異世代婚は、図9(h)のようにダミーノード◇を用いて、図10(h)のように配置する。ここで、ダミーイベント（DMY）を導入し、子発生イベントと区別するが、**from** と **to** の構造は全く同じであり、線分やノードの描画処理を統一できる。

^{*3} ツリー構造形式のテキストで簡易に系譜のデータ構造を表す。

^{*4} 以降、層ごとの全ての子が単胎児のみの場合は、子の直上のイベント層を子要素に重ねて隠蔽することがある。

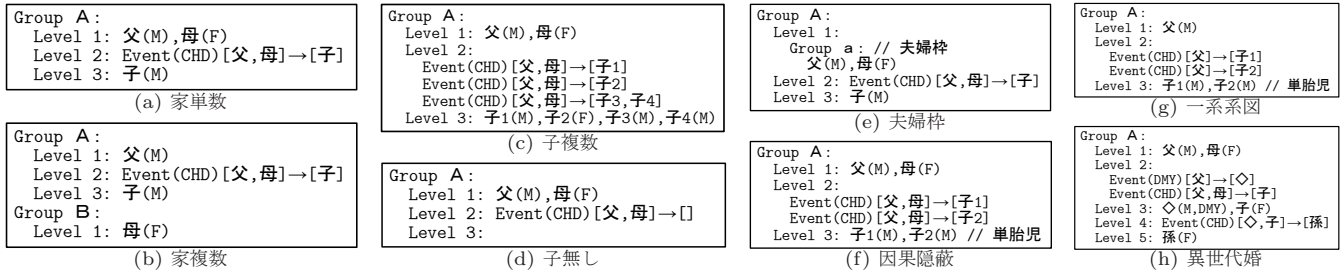


図 9 基本型のテキスト系図

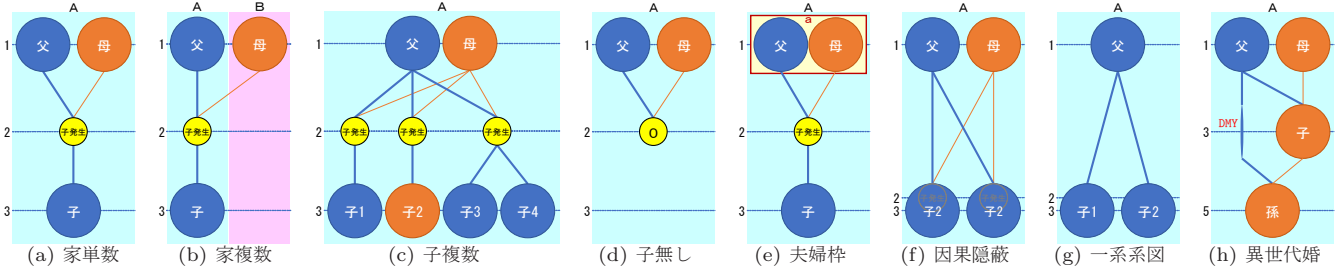


図 10 基本型の図像化規則

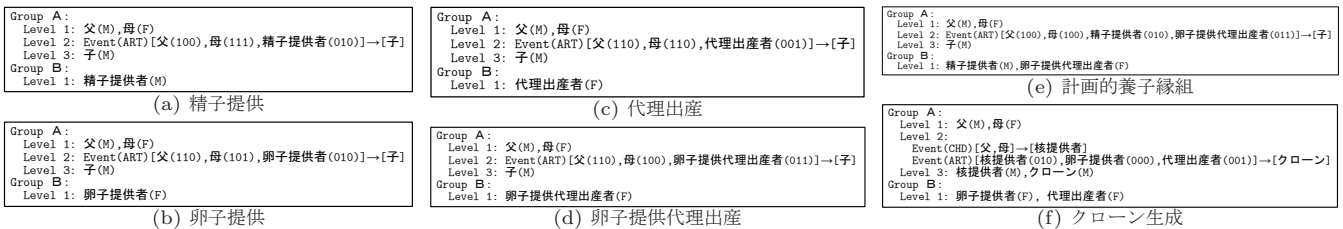


図 11 生殖補助医療 (ART) のテキスト系図

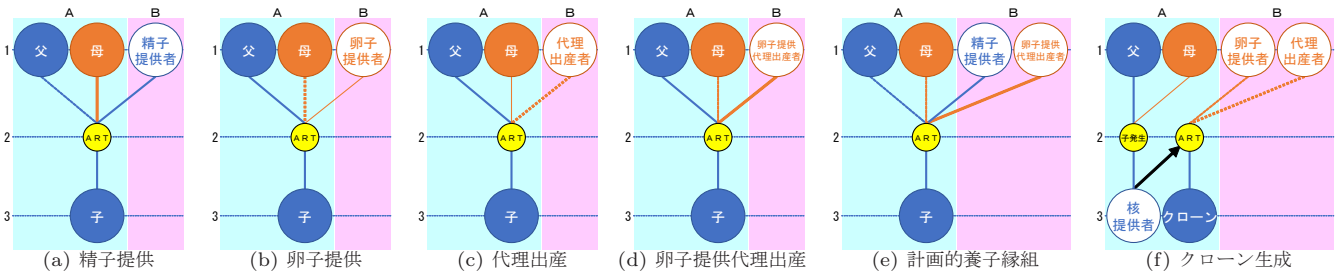


図 12 生殖補助医療 (ART) の図像化規則

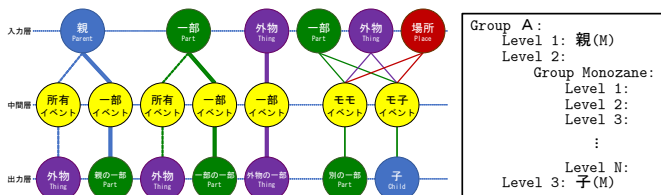


図 14 モノザネ枠

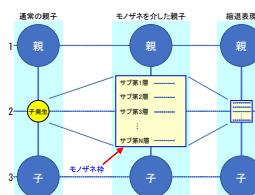


図 16 養子縁組の図像化規則

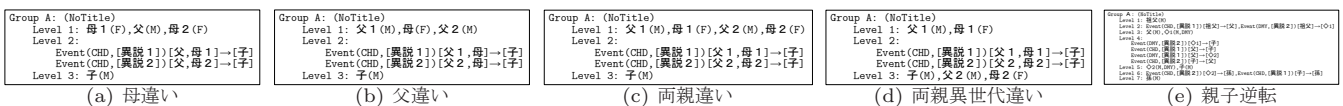


図 17 異説のテキスト系図

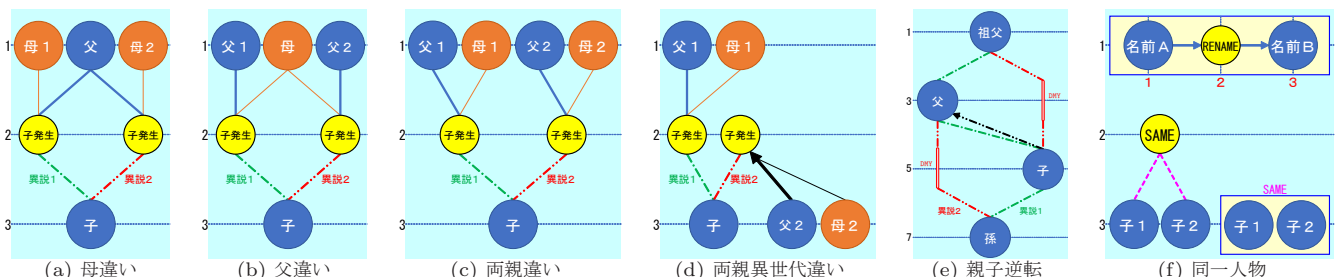


図 18 異説の図像化規則

3.2 生殖補助医療 (ART)

生殖補助医療のテキスト系図を図 11 に、図像化規則を図 12 に、それぞれ示す。ここで、(a) 精子提供、(b) 卵子提供、(c) 代理出産、(d) 卵子提供代理出産、(e) 計画的養子縁組の 5 つは図 7 に対応した分類、(f) クローン生成は本研究が独自に追加した分類である。いずれも ART イベントに 3 人以上の親世代を入力でき、妊娠・出産に関わる親を一括で管理できる。親権・遺伝・出産担当の有無を表す 3 つのフラグ (1/0) により、次のように線種を変更する。

- 実線 (遺伝あり)、破線 (遺伝なし)
- 2 重線 (出産担当あり)、1 重線 (出産担当なし)

基本的には、親権のある父母の家系グループに ART イベントと子を配置し、提供者等は背景色を白地に変更する。

(f) クローンは、イベントの構造は一切変更せず、上向きの黒色矢印 (世代逆流線) に変更するだけで、核提供者とクローンを同一世代 (第 3 層) に破綻無く配置できる。

3.3 モノザネ

神話では、神から物、物から物、物から神が発生する [5]。このモノザネ (物) 発生イベントは以下 4 つに分類できる。

- 所有イベント: 神が物を所有する
- 一部イベント: 神の体の一部が分離する
- モモイベント: 物から物が発生する
- モ子イベント: 物から子の神が発生する

一方、モノザネノードの種別は以下 3 つに分類できる。

- 外物 (Thing): 神の所有物
- 一部 (Part): 神の体の一部
- 場所 (Place): イベント発生場所等

モノザネの図像化規則を図 13 に示す。ノード背景色は、外物を紫色、一部を緑色、場所を赤色とする。線種は、所有を破線で繋ぎ、一部を二重線で繋ぎ、それ以外は実線で繋ぐ。線の色は親ノードの色を基本とするが、入力が複数ある場合は一部の色を優先する。from に入力を、to に出力を、それぞれ設定する構造は子発生イベントと同じである。

モノザネの系譜は通常、親→物→物→物→子のように多階層で構成される。親子を 3 層で揃えるため、図 14 のようにサブグループ (モノザネ枠) を導入する。モノザネ枠には任意の階層を配置できるが、枠全体は第 2 層にあり、多階層であっても全体として親子を 3 層で定義できる。

モノザネの多階層の詳細表示が不要な場合は、図 15 の右側のようにテキストを非表示にして枠全体を一体化することで全てのエッジを省略せずに縮退できる。この手法は著者が既に提案してきた結合省略手法 JaBBRoW[13] の概念を GeneLog の多階層縮退に流用したものである。

3.4 養子縁組

養子縁組の図像化規則を図 16 に示す。養子イベント (ADP) の線種は破線とし、線の色は親ノードと同じとする。

```
var map = new Map([
  [ 'ROOT', { dataType: 'root', children: [ 'G1', 'G2' ] } ],
  [ 'G1', { dataType: 'group', name: 'A', children: [ 'L11', 'L12', 'L13' ] } ],
  [ 'L11', { dataType: 'level', children: [ '父' ] } ],
  [ '父', { dataType: 'element', name: '父', sex: 'M' } ],
  [ 'L12', { dataType: 'level', children: [ 'E1' ] } ],
  [ 'E1', { dataType: 'event', name: '子発生', from: [ '父', '母' ], to: [ '子' ] } ],
  [ 'L13', { dataType: 'level', children: [ '子' ] } ],
  [ '子', { dataType: 'element', name: '子', sex: 'H' } ],
  [ 'G2', { dataType: 'group', name: 'B', children: [ 'L21' ] } ],
  [ 'L21', { dataType: 'level', children: [ '母' ] } ],
  [ '母', { dataType: 'element', name: '母', sex: 'F' } ],
]);
```

図 19 Javascript の Map 型による家複数モデルの実装例

通常の養子関係は親世代から子世代に上下に並ぶ。兄弟姉妹間の養子にはモノザネで登場したサブグループを導入し、サブ階層を水平方向に連ねてカプセル化することで、世代を揃える。階層の配置方向はグループの dir 属性で指定する。別家系の同一世代からの養子にはクローン生成で導入した世代逆流線を破線にしてイベントに接続すればよい。

3.5 異説

異説のテキスト系図を図 17 に、図像化規則を図 18 に、それぞれ示す。異説の分類として、(a) 母違い、(b) 父違い、(c) 両親違い、(d) 両親異世代違い、(e) 親子逆転が挙げられるが、いずれも異説毎に子発生イベントを用意し、異説名を登録して前述の図像化規則を流用する。異説の線分の種類は 1 点鎖線か 2 点鎖線とし、複数の色で区別する。複数ノードが同一人物の場合は (f) のように、SAME イベントで繋ぐ、SAME グループで束ねる、サブグループと RENAME イベントで繋ぐ、の 3 種類で前述の図像化規則を流用する。なお、あるイベントが複数の異説に対応することを想定し、異説名の登録は配列のように角括弧の中に列挙する。

4. データ構造

2 章で定義した数理モデルに基づく具体的なデータ構造として、家複数モデルを Javascript の Map 型で表したプロトタイプ実装例を図 19 に示す。Map 型では全データがフラットなキーで管理され、自動的にハッシュテーブル経由で各要素に対して探索時間 $O(1)$ の直接アクセスが可能である。ツリーの根 (ROOT) 要素を起点に、children 配列に並ぶ子要素を再帰的に辿るだけで全要素を取得できる。

この例では ID を手動設定したが、本実装ではユニークな文字列を動的に割り当てればよい。実体に因果と両親の id を保持する必要があるが、因果の from と to から初回計算時に自動生成すればよい。なお、テキスト系図の各要素は配列に格納されるため、描画処理においてはその配列順に図像を表示すればよい。図像の上下左右を入れ替えなければ、children 配列の並べ方を適宜入れ替えるだけでよい。

5. 系図サンプルによる実装予想図

5.1 基本型

図 20(a) と図 21(a) は母系継承を含む競走馬の例である [17]。動物等の系譜には基本的に交配という概念しか無いいため、血統の図像に婚姻線分を用いるのは適切ではない。

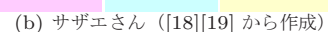
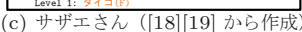
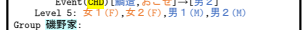
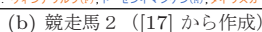
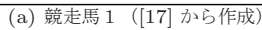


図 21 基本型サンプルの実装予想図

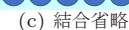
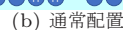
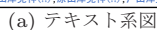


図 22 火神殺害神話の系図の実装予想図 ([5] の配置例を改良)

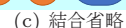
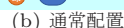
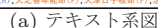


図 23 モノザネ交換神話の系図の実装予想図 ([5] の配置例を改良)

図 20(b) と図 21(b) は多重再婚と異世代婚の競走馬の例である [17]. 異世代婚を繋ぐ 3 つのダミーノードを意図的に中央に集中配置して, サンデーサイレンス, トニービン, アグネスタキオンの牡馬からの血統の流れを分離できる.

図 20(c) と図 21(c) はサザエさんの系譜を家系グループ毎に配置した例である [18][19]. 磯野海平と波平は双子で

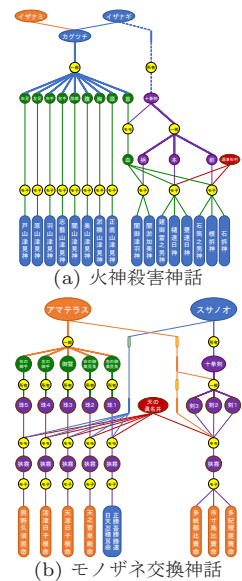
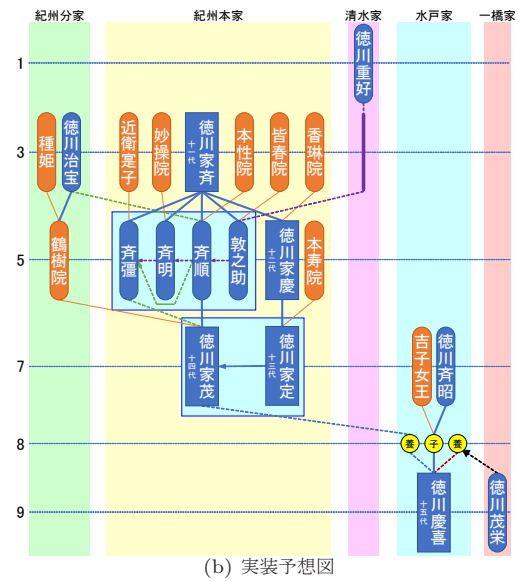


図 24 グループ非表示



(a) テキスト系図



(b) 実装予想図

図 25 養子縁組関係の系図の例 ([4] の配置例を改良)

あり、第2層を隠蔽できないが、それ以外の中間層は隠蔽できる。グループに定義した OffsetLevel で家系間の世代のズレをシフトする。どのグループに嫁を置くかはユーザー次第であり、メンタルマップを維持したまま、イベント内容を一切変更せずに場所移動できる。線分交差が多数発生するが全て直線であり、円弧等の図像は一切不要である。

5.2 モノザネ

図 22 に火神殺害神話の系図を、図 23 にモノザネ交換神話の系図を、それぞれ示す [5]。ここで、(a) はテキスト系図を、(b) は通常配置を、(c) はモノザネ枠の縮退を、それぞれ表す。モノザネの多階層をカプセル化することにより、モノザネが介在する場合であっても、親子は常に3層で表現される。モノザネ枠の中に、さらに小分けのグループを構成することにより、グループ単位で表示位置を制御できる。グループの枠名称は NoTitle で非表示とする。OffsetLevel の数値によりグループ間の世代・階層の上下方向のズレを調整できる。なお、図 24(a)(b) にモノザネグループ枠およびレベル番号を非表示にした系図を示す。図 6 と異なり、図像化規則に例外の無い階層グラフになる。

5.3 養子縁組

図 25(a)(b) に養子縁組関係の系図の例を示す。本手法では、家系の左右（水平）に5人の嫁を配置できる。兄弟4人を水平に保ちながら実の親子・養子の線分を破綻無く配置できる。清水家にダミーノードを追加して世代ズレを調整できる。茂栄から慶喜へは世代逆流線を用いて同一世代からの養子関係を配置できる。ADP イベントにグループ名を付与して、養子線分の色を変えて継承元を区別できる。これにより、どの家系のどの世代からの養子なのかを確実に視認できる。図 5 のような世代不揃い問題が解消した。

表 1 検証一覧表

項目	伝統的系図様式	GEDCOM	提案手法GeneLog
世代を揃える	再婚2回で破綻	世代情報の定義がない	○
家系分離	図像化規則が無い	家系情報の定義がない	○
親族内婚	閉ループと線分交差	配置情報の定義がない	○
多重再婚	世代が揃わない	配置情報の定義がない	○
異世代婚	個性枠が縦長になる	配置情報の定義がない	○
生殖補助医療	例外的図像化規則必須	家族ノードが大量に必要	○
神話(モノザネ)	例外的図像化規則必須	モノザネの定義がない	○
養子縁組	実子関係が割愛されがち	配置情報の定義がない	○
異説	紙面を分けるのが主流	異説を定義できない	○
描画の容易さ	極めて困難	配置情報の定義がない	○

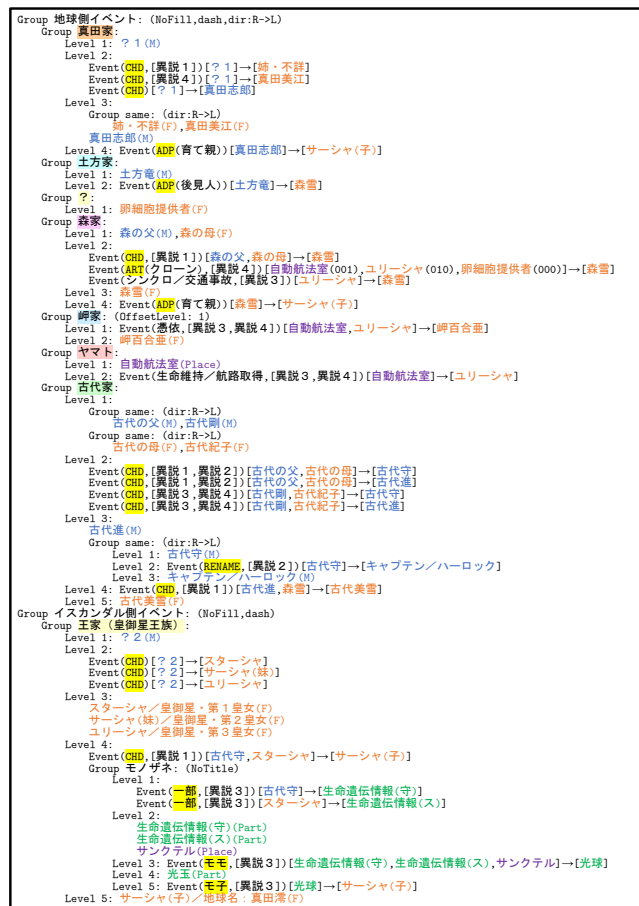
5.4 基本型・生殖補助医療・モノザネ・養子・異説の並記

図 26(a)(b) に宇宙戦艦ヤマトの一部の登場人物の系図の例を示す [20]–[23]。この作品は旧作のアニメ版と漫画版、新作のアニメ版と漫画版の4つでそれぞれ系譜設定が異なるため、これらを4つの異説と捉えて並記することにした。

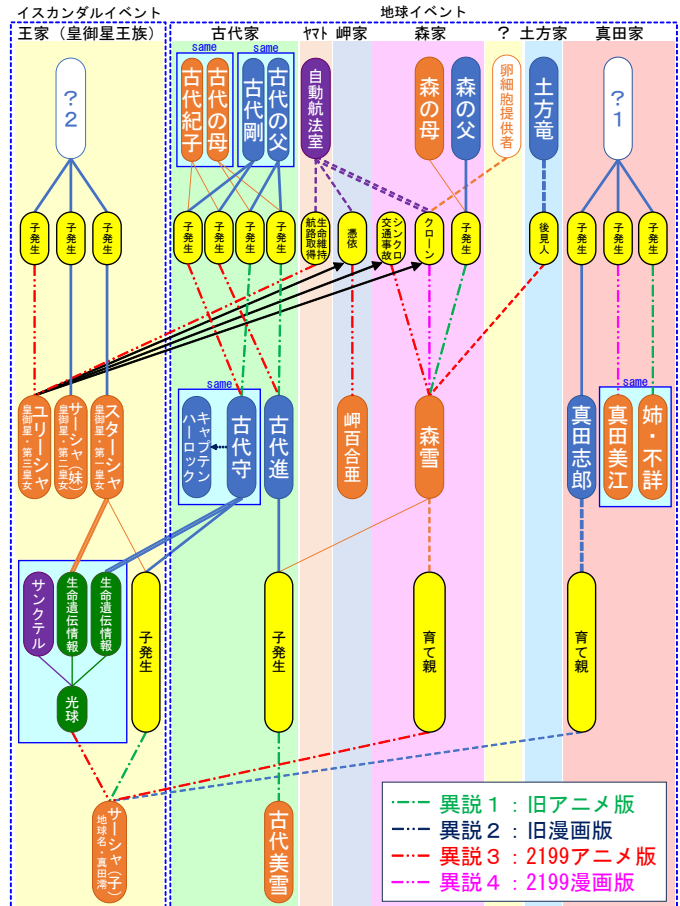
地球イベントとイスカンダルイベントというグループの中に家系を入れ子グループで配置した。クローン人間のようなSF特有の関係性についてはARTイベントを適用した。この他、同一人物の異説は same 枠で囲み、サンクテルと生命遺伝情報から誕生するサーシャにはモノザネイベントを適用した。育て親や後見人には養子イベントを適用した。

6. 考察

提案手法の有効性を検証する。表 1 に検証一覧表を示す。項目に示した、世代を揃える、家系分離、親族内婚、多重再婚、異世代婚、生殖補助医療、神話、養子縁組、異説、描画の容易さのすべてにおいて、伝統的系図様式と GEDCOM には問題が山積していた。一方、提案手法 GeneLog では、例外処理を個別に作ること無く、あらゆる系図様式に3層イベント駆動による単一の超高速な描画アルゴリズムで対応でき、さらに、ユーザ意図を完全に反映した配置となる。GEDCOM では不可能な系図表現を問題無く格納できる。



(a) テキスト系図



(b) 実装予想図

図 26 異説並記の系図の例 ([20]–[23] から作成)

7. おわりに

本報告では系図表示のための決定論的 3 層イベント駆動モデル GeneLog を提案した。親子を 3 層で表し、完全なツリー構造でメンタルマップを維持したまま描画計算量 $O(N)$ を実現し、伝統的系図様式や GECDOM では困難な家系分離、親族内婚、多重再婚、異世代婚、生殖補助医療、神話、養子縁組、異説等の図像が世代を揃えた状態で破綻なく得られた。今後は本手法の GUI を検討する予定である。

参考文献

- [1] 杉山正治, 生田敦司, 柴田みゆき, 松浦亨, “線分交叉を伴う系図表示の基礎的研究—不可視結節点を用いた線分交叉位置探索手法—”, 情報処理学会・じんもんこんシンポジウム, pp. 1–8, (2009)
- [2] 三浦佑之, 訳・注釈: “口語訳『古事記』[完全版]”, pp. 468–469, 文藝春秋, (2002)
- [3] 本朝尊卑分脈系譜雑類, 洞院公定撰, <https://rmda.kulib.kyoto-u.ac.jp/item/rb00012801>, No. 18, 閲覧日 2026.6.10, (2019)
- [4] 生田敦司, 杉山正治, 横澤大典, 柴田みゆき, 松浦亨: “イベント指向データ管理手法を用いた系図表示—線分交叉を伴う養子縁組関係—”, 情報処理学会第 75 回全国大会, 2J-5, pp. 4-497~4-498, (2013)
- [5] 生田敦司, 横澤大典, 杉山正治, 平塚聡, 柴田みゆき, 松浦亨: “線分交叉を伴う系図表示の基礎的研究—神話における系譜・系図の表示—”, 情報処理学会第 77 回全国大会, 2H-1, pp. 4-551 and 4-552, (2015)
- [6] Robin L. B., Kathryn S. F., Robert G. R., Jehannine A.: “Practice resource-focused revision: Standardized pedigree nomenclature update centered on sex and gender inclusivity: A practice resource of the National Society of Genetic Counselors”, Journal of Genetic Counselors, vol.31, no.6, pp. 1238–1248, (2022).
- [7] Ecker, M. W.: “Family tree for clones”, Annals of Improbable Research, 3(2), pp. 20–21, (1997).

- [8] 横澤大典, 生田敦司, 杉山正治, 平塚聡, 柴田みゆき, 松浦亨: “イベント指向データ管理手法を用いた系図表示—複数の系譜情報の併記手法—”, 情報処理学会第 78 回全国大会, 4F-02, pp. 4-517 and 4-518, (2016).
- [9] GEDCOM, The Genealogy Data Standard, <https://www.gedcom.org/>, 閲覧日 2026.6.13, (2019).
- [10] K. Misue, P. Eades, W. Lai, and K. Sugiyama: “Layout adjustment and the mental map”, Journal of Visual Languages & Computing, Vol. 6, No. 2, pp. 183–210, (1995).
- [11] D. Archambault and H. C. Purchase: “The mental map and memorability in dynamic graphs”, 2012 IEEE Pacific Visualization Symposium, pp. 89–96, (2012).
- [12] K. Sugiyama, S. Tagawa, and M. Toda: “Methods for visual understanding of hierarchical system structures”, IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Vol. 11, No. 2, pp. 109–125, 1981
- [13] Seiji Sugiyama, Daisuke Yokozawa, Atsushi Ikuta, Satoshi Hiratsuka, Susumu Saito, Miyuki Shibata and Tohru Matsuura, “Abbreviation Method for Some Jointed Relations in Displaying Genealogy”, Lecture Notes in Computer Science 8838, pp. 339–350, (2014).
- [14] 杉山正治, 松浦亨, “線分交叉を伴う系図の自動配置に関する基礎的研究—効率的な探索のための新たなデータ構造の検討—”, 情報処理学会第 81 回全国大会, pp. 1-387~1-388, (2019)
- [15] S. R. Khan, V. Chandak, S. Mukherjee: “Evaluating LLMs for visualization generation and understanding”, Discov Data 3, 15 (2025).
- [16] Y. Fan, X. Lyu, L. Wang, Y. Zhao, F. Zhou, Y. Wang: “How well will LLMs perform for graph layout tasks?”, Visual Informatics, Vol. 10, Issue 1, (2026).
- [17] JBIIS-Search, <https://www.jbis.or.jp/>, 閲覧日 2026.6.19, (2026).
- [18] 長谷川町子美術館: “サザエさん公式 HP”, <https://www.sazaesan.jp/>, 閲覧日 2026.6.19, (2026).
- [19] 扶桑社 (編), “アニメ サザエさん公式大図鑑 サザエでございまへす!”, 扶桑社, (2011).
- [20] 西崎義展: “宇宙戦艦ヤマト”, アニメシリーズ, (1974).
- [21] 藤川桂介, ひおあきら: “宇宙戦艦ヤマト”, 2 巻, MF 文庫, (2005).
- [22] 出淵裕: “宇宙戦艦ヤマト 2199”, アニメシリーズ, (2013).
- [23] むらかわみちお: “宇宙戦艦ヤマト 2199”, 9 巻, 角川書店, (2022).