

GSN コミュニティ・スタンダード バージョン 1

2011 年 11 月



2014 年 6 月 株式会社チェンジビジョン訳

2014 年 12 月 修正

序章

このスタンダードは二つの目的がある．一つ目は，ゴール構造表記法（以下，GSN という）の包括的で，正式な定義を提供すること，二つ目は，GSN の利用に当たって現時点でベストな練習教材を，工学的議論の展開と評価に興味のある（議論の所有者や読者，著者，承認者）といった人々に提供することである．

このスタンダードは，学术界や産業界から参加した GSN ユーザーの間で，2007 年から 2011 年に行われたコンセンサスによって発展してきた．その歴史として，iii ページのアウトラインには最近のコラボレーションの経過を，iv ページにはスタンダード発行に関わった寄稿者のリストを載せた．

ドキュメント・ヒストリー

バージョン	発行者	日時	目的
Draft 0.3	標準化委員会	2010 年 5 月 2 日	一般普及の前段階のレビューのために
Draft 1.0	ユーザー・コミュニティと関係者一同	2010 年 5 月 19 日	議論と意見のために
Draft 1.1	標準化委員会	2011 年 9 月 3 日	発行の前段階のレビューのために
Issue 1	ユーザー・コミュニティ	2011 年 11 月 16 日	ユーザーのために

寄稿者

Katrina Attwood
Martyn Clarke
Mark Coates
George Despotou
Jane Fenn
Ibrahim Habli
Andrew Harrison
Pete Hutchison
Tim Kelly
Paul Mayo
Ron Pierce
Graeme Scott
Katrina Attwood
Martyn Clarke

Paul Chinneck
George Cleland
Trevor Cockram
Luke Emmet
Ben Gorry
Christopher Hall
Richard Hawkins
Andrew Jackson
Peter Littlejohns
Lisa Logan
Clive Pygott
Mick Warren
Paul Chinneck
George Cleland

Phil Williams

参加組織

AACE Ltd
Altran Praxis Ltd
Columbus Computing Ltd
ERA Technology Ltd
LR Rail Ltd
RPS Group Ltd
Selex-Galileo Ltd
UK Ministry of Defence

Adelard LLP
BAE Systems Ltd
CSE International Ltd
General Dynamics UK Ltd
Origin Consulting (York) Ltd
SafeEng Ltd
Thales Ltd
University of York

目次

序章.....	ii
ドキュメント・ヒストリー.....	iii
寄稿者.....	iv
参加組織.....	iv
構成について.....	1
Part 0: イントロダクションとコンセプト.....	2
0.1 導入.....	2
0.2 Assurance Case における議論の効果.....	2
0.3 議論 (Argument) とは?.....	3
0.4 Goal Structuring Notation (GSN).....	3
Part1: ゴール構造表記法の定義.....	7
1.1 イントロダクション.....	7
1.2 表記法.....	7
1.3 表記法の解説.....	9
1.4 ゴール構造の言語.....	14

構成について

このスタンダードは次の四つの章から成る。

- Part0 : インTRODakションとコンセプト
- Part1 : ゴール構造表記法 (GSN) の定義
- Part2 : GSN の使い方ガイド (参考)
- Part3 : Web サイト資料集

Part 0: イントロダクションとコンセプト

0.1 導入

0.1.1 GSN Community Standard (以下, Standard) において本節は, 初心者がこの覚書を頼りにすることなく, 表記法に従ったゴール構造を読み, 理解するための GSN に関する十分な情報を与えるものである.

0.1.2 GSN を使用し, 提案された議論 (Argument) は, システムやサービス, 組織の決定的性質 (例えば, 安全性, セキュリティなどの性質) に確実性を提供する手助けとなる. このような議論は Assurance Case 全体のキーパートを形作ることができる. Assurance Case における議論の役割は 0.2 節で説明する.

0.2 Assurance Case における議論の効果

0.2.1 Assurance Case のコンセプトは, Assurance Case の発展, 再検討, 受容によって安全保障プロセスの主要素を形作り, 多くの産業に貢献した, アシュアランス分野において, 長年, 定着してきた.

0.2.2 Assurance Case は以下のように定義できる.

明確な環境, 明確な応用 (*application*) に対して, システムやサービス, 組織を目的通りに動作させる (一連の証跡による) 妥当で説得力のある議論.

0.2.3 実際には, Assurance Case は特定の焦点を持てる. 例えば, Safety Case は, 特定のシステムが, 特定の背景において受容可能な安全であると示せる.

0.2.4 Assurance Case が, Stakeholder 達によって発展, 議論, 挑戦, 提起, そして再検討され, また, 製品のライフサイクルと通して調整されることを通して, 明確な文書化が, Assurance Case には必要とされる. Assurance Case の文書化された議論は必ず, すべての Safety-case Stakeholder が理解できるように構造化されなければならない. また, 各証跡がどのように議論を支えると断言できるか, 明確にする必要がある. そして, 議論 (Argumentation) のコアコンセプトに訴えることによって, GSN がこれらの目的に対処する助けになる.

0.3 議論（Argument）とは？

0.3.1 Assurance Case で使われる，議論は，主張を成立させることを目的にその下位主張を直列接続したものと定義できる．ある主張の事実を他人に納得させようとすれば，それをサポートする主張を作ることになる．またその主張自身がさらなるサポートを必要とするかもしれない．そして，議論が根付くことで，一連の作業が（推論の論理的な連鎖という）主張の階層を組み立てる．GSN の本質は主張の階層という明確なドキュメントである．GSN の主要素は 0.4 節で説明する．

0.4 Goal Structuring Notation（GSN）

0.4.1 GSN は議論のグラフィカルな表記法で，ドキュメントの中で議論や議論と証拠との関係性を表す構造と要素を明確にすることができる．GSN では，議論の主張は「ゴール」として記録され，証拠というアイテムは「ソリューション」に記録される．GSN の要素の名前は，この Standard では，一般的な使用法と区別するためにイタリック体になっている．GSN における関係は以下のとおりである．

- ゴールと下位ゴールを結ぶ述部結論関係（Predicate-Conclusion relationship）
- 主張とその主張のための解決策を結ぶサポート関係
- 議論とその議論の背景・前提条件を結ぶ関係

0.4.2 GSN の目的は，主張（GSN においてゴールと表現される）がいかに下位主張（こちらもゴールと表現される）にサポートされているかということを，文書化することにある．図 1 は GSN におけるゴールの例である．

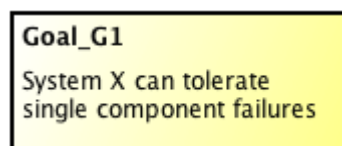


図 1. ゴールの例

0.4.3 証拠が主張の事実をサポートしていると断言する場合，GSN ではそれをソリューションによって表現する．図 2 は GSN におけるソリューション（証拠への参照）の例である．



図 2. ソリューションの例

0.4.4 主張がいかに関下位主張にサポートされているかを示す場合、推論ステップを踏むことが有効である（言い換えれば、主張と下位主張をつなぐことが議論の本質である）。GSN において、それはゴールにつながる議論のストラテジーと言う。図 3 は GSN におけるストラテジーの例である。



図 3. ストラテジーの例

0.4.5 GSN ゴールまたはストラテジーを記録するとき、説明されなければならない主張や推論ステップの背景・前提条件を抜き出すことも重要である。これは GSN においてコンテキストとして表現される。図 4 は GSN におけるコンテキストの例である。

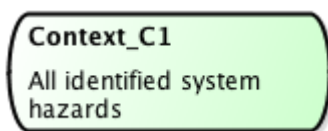


図 4. コンテキストの例

0.4.6 いくつかの主張と議論戦略は有効な仮定に頼っている。これらの仮定は GSN において、アサンプション要素として明示できる。アサンプションの例は図 3 に見ることができる。つまり、戦略 S1 は、すべての信憑性のあるハザードが、納得できる議論の延長線上で、正確に確認されたという仮定の上に成り立っている。

0.4.7 議論の製作者たちは、特定の主張、議論戦略の正当性に対して、受容可能な理由をいくつか必要だと感じるかもしれない。これは GSN においてジャスティフィケーション要素として実現できる。ジャスティフィケーションの例は図 5 に見ることができる。すなわち、議論の製作者は、正当な安全規格によって認証された SIL 割り当てであるという主張によって、議論が、その SIL の使用を処理する効果を正当化できる。

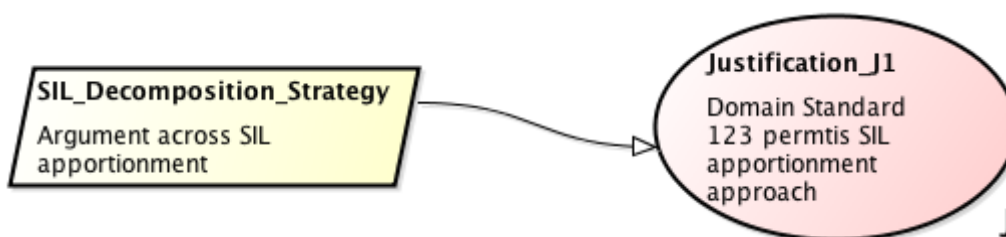


図 5. ジャスティフィケーションの例

0.4.8 ゴール、ソリューション、ストラテジー、コンテキスト、アサンプション、そしてジャスティフィケーションは GSN のもっとも重要な要素である。(GSN のすべての要素の完全な説明は Part 1 後半で行う)

0.4.9 GSN には要素間をつなぐ、SupportedBy リンクと InContextOf リンクという、2 種類のリンクがある。SupportedBy リンク (黒矢印で表される) は、要素間の推論関係または証拠関係を表す。InContextOf リンク (白矢印で表される) は、背景・前提関係を宣言している。

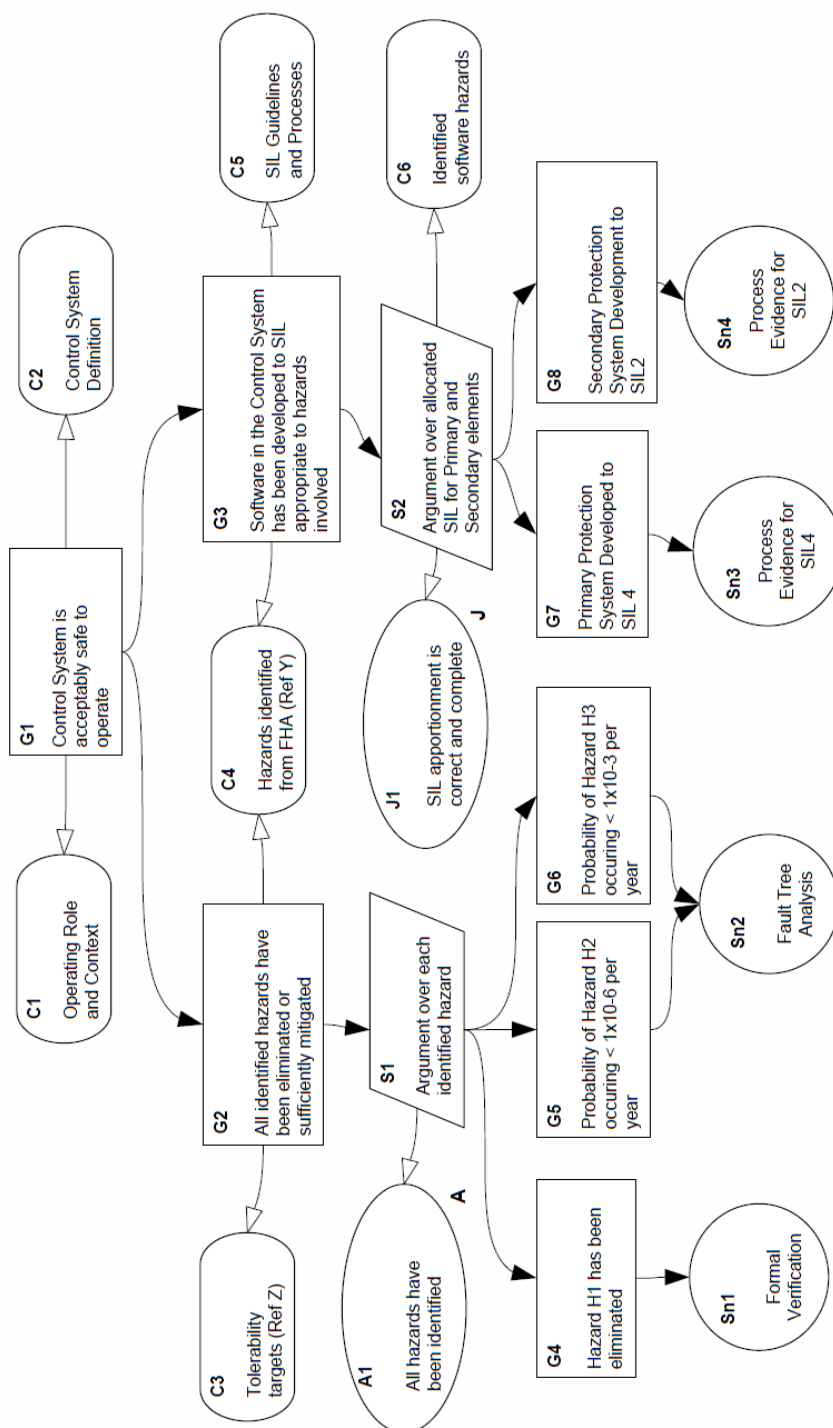


図6. ゴール構造の例

0.4.10 GSN の要素が 1 つに連結したものを、「ゴール構造」という。図 6 はゴール構造の例である。

0.4.11 ゴール構造は、議論における論理的な断定連鎖を（目に見える主張されたゴール分解と議論のストラテジーの記述によって）記録し、この議論がどのように（ソリューションによって）証跡にサポートされているかを指し示す。また、ゴール構造は、議論の主張が前進している中でその背景・前提条件も明確に記録する。

0.4.12 重要な事は、GSN が断言された議論を記録する手軽な手段だということだ。また、GSN の使用自体はその議論の事実を立証しない。

0.4.13 GSN のような、Assurance Case の議論を記録し、発展させる系統的アプローチを使用する主な利点は、主な Stakeholder 間（例えば、システム開発者、エンジニア、外部査定者、認証機関）の理解力が改善することである。同様に、これは、ディベートの質を改善し、議論の承認に達する合意にかかる時間が改善できる。例えば、図 6 のゴール構造を見れば、SIL4 を主保護システムに配分し、SIL2 を副保護システムに配分することが、関係する各ハザードに適合していることを効果的に明示できるかどうか、という合理的な疑問が湧くだろう。この議論が、SIL 割り当ての理由を要求するように導けるかもしれない。

Part1: ゴール構造表記法の定義

1.1 イントロダクション

1.1.1 このパートではゴール構造表記法の標準的な定義を提供する。すなわち，GSN 上で許可された構造と系統的論述について説明する。注意して欲しいのは，ここでは演習は行わず，Part2 において演習を行う。GSN は，要素，要素間の正当な関係性，要素に含まれる好ましいテキストを定義している。1.2 節では GSN の主要な要素を紹介する，1.3 節では許可される要素間のコンビネーションについて解説する。1.4 節ではシンボルで使用する言語について定義する。これら以外の一般的議論パターンやモジュール化した議論への拡張については，付属文書 A1 と B1 において定義する。

1.1.2 GSN は，もともと 1990 年台ニューヨーク大学で ASAM-II[2]プロジェクトの一部として誕生し，それ以降，重要な発展と洗練化が行われてきている。GSN の初期の発展は，Toulmin の業績に大きな影響を受けている，例えば KAOS[4]のような工学分野の要望から生まれた，議論[3]や，ゴール・ベース・アプローチである。

1.2 表記法

1.2.1 GSN では以下の要素が準備されている：

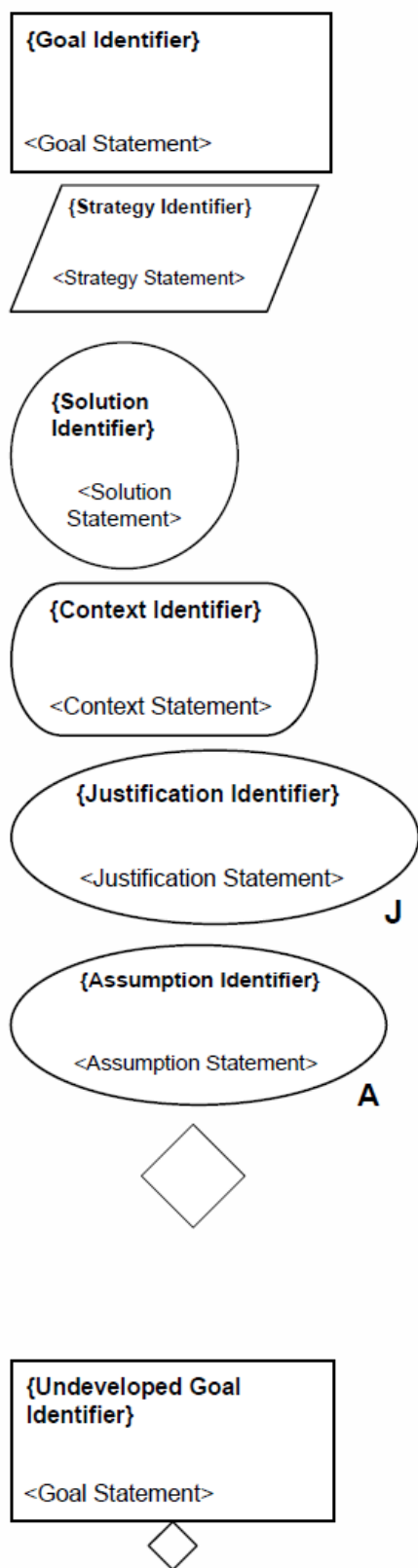
- ゴール
- ストラテジー
- ソリューション
- コンテキスト
- アサンプション
- ジャスティフィケーション

1.2.2 要素のオプションとして識別子（中括弧でくくられた部分）を付けられる。もし，識別子をつけるならその要素に固有の識別子であるべきである。

1.2.3 主要な要素は以下に示すような関係性によってリンクが結ばれる：

- SupportedBy
- InContextOf

1.2.4 図 7 は、GSN 要素の定義と図形である。また、GSN の関係性は 1.2.5 にて定義する。さらに 1.3 節では、関係性によって結びついた構造の意味について説明する。



ゴールは、長方形で表し、議論の主張を構成する部分である。

ストラテジーは、平行四辺形で表し、ゴールとそれをサポートするゴール（たち）の間に存在する推論の性質を説明している。

ソリューションは、円で表し、証拠となるアイテムを言い表している。

コンテキストは、角丸長方形で表し、前提となる事実を表している。コンテキストは前提となる情報や発言なども表せる。

ジャスティフィケーションは、楕円形に右下に「J」と書いた図形で表し、論理的根拠を表している。

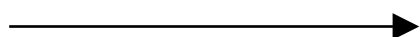
アサンプションは、楕円形に右下に「A」を書いた図形で表し、意図的に根拠の無い発言を表している。

未展開記号は、要素の下にひし形の図形をつけることで表し、議論の流れでまだ展開されていない要素を表す。これはゴールやストラテジーにつけることができる。

未展開ゴールは、長方形のゴールの下に未展開記号のひし形をつけたもので、議論の中で展開が残されていることを明示的に表している。

図 7. 主要な GSN 要素

1.2.5 主要な GSN 要素は, ゴール構造と呼ばれる論理構造体の組み合わせで, 個々に定義される. GSN では, 図 8 に示す二つの関係性リンクが準備されている.



SupportedBy は, 黒矢印で表し, 推論や証拠の関係性を表す. 推論関係は, 議論の中のゴール間における推論を説明し, 証拠関係は, ゴールとそれを立証するエビデンス間のリンクである. 認められるリンクは, ゴール・ゴール間, ゴール・ストラテジー間, ゴール・ソリューション間, ストラテジー・ゴール間である.



InContextOf は, 白矢印で表し, 文脈的关系性を説明している. 認められるリンクは, ゴール・コンテキスト間, ゴール・アサンプション間, ゴール・ジャスティフィケーション間, ストラテジー・コンテキスト間, ストラテジー・アサンプション間, ストラテジー・ジャスティフィケーション間である.

図 8. 主要な GSN 関係性

1.3 表記法の解説

1.3.1 図 9 は最も基本となるゴール構造を表す関係性である.

ゴール間の推論 :

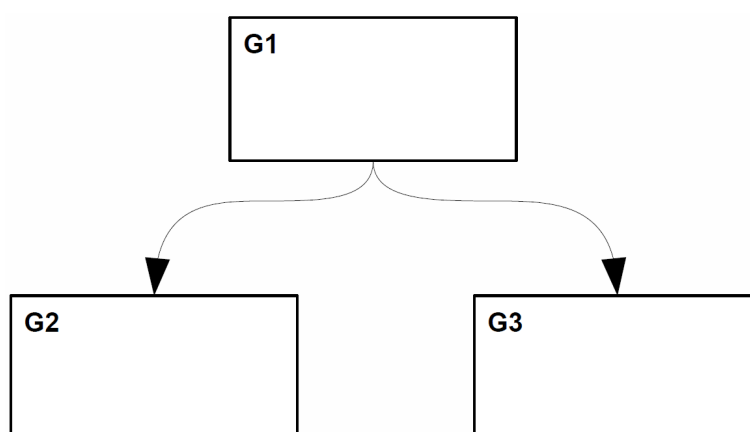


図 9. 下位ゴールによってサポートされるゴール

この構造は, もしゴール G2 と G3 が正しいという主張が与えられたならば, ゴール G1 も正しい主張であることを満足する, ということを表している. G2 と G3 は, 一般に G1 の「サブゴール」

「支援ゴール」「子ゴール」と言う．この関係性はしばしば「親ゴール・子ゴール」関係と呼ばれる．任意のゴールには，一個または複数のサブゴールが設定される場合がある．

1.3.2 図 10 に示された構造も同じく，ゴール G2 と G3 が正しいならば，G1 も正しいことを表している．しかし，図 10 は，ストラテジー（S1）をグラフに追加することで，サブゴール G2 と G3 と親ゴール G1 の間で主張される推論の性質を説明している．

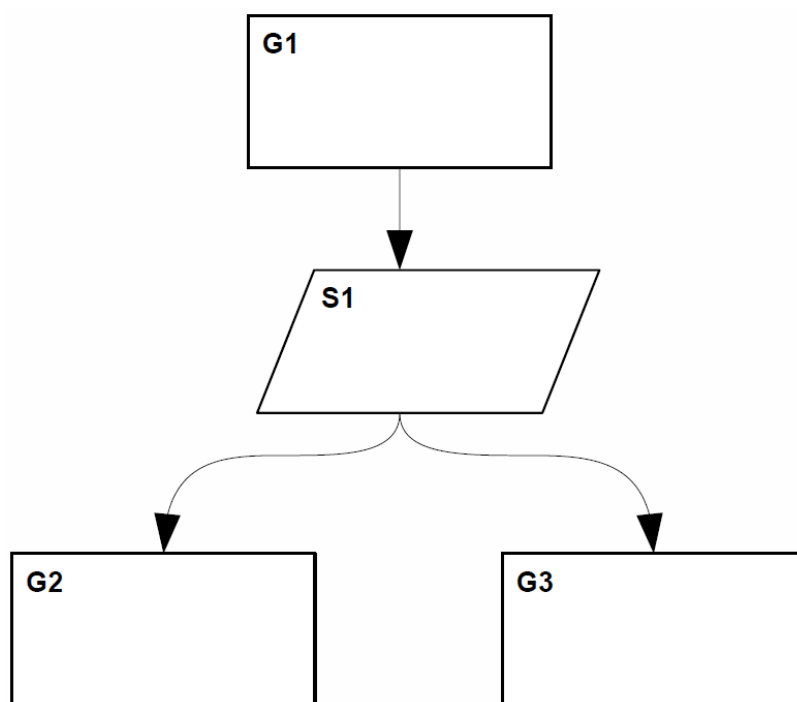


図 10. ストラテジーの追加

1.3.3 場合によっては，複数の議論が親ゴールをサポートするように繋がっていることもある．図 11 はこのタイプの関係性を表していて，ゴールグループ（G2, G3）と（G4, G5）はそれぞれ，ゴール G1 をサポートする議論を分割し，ストラテジー S1 と S2 によってそれを明示している．どちらの議論の筋道もゴール G1 をサポートするのに必要である．ストラテジー S1 は，サブゴール G2 と G3 が親ゴール G1 に関連していると主張する議論の説明であり，ストラテジー S2 は，G4 と G5 が G1 に関連しているという議論の説明である．

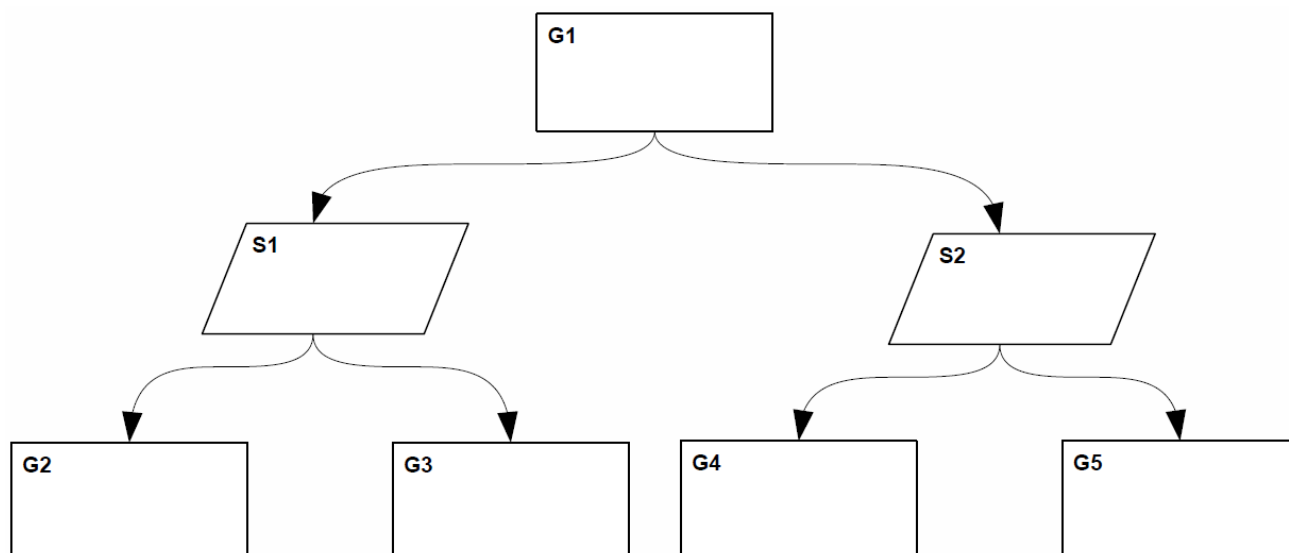


図 11. 並列ストラテジー

1.3.4 図 12 は，主張をエビデンスがサポートする方法を表している．

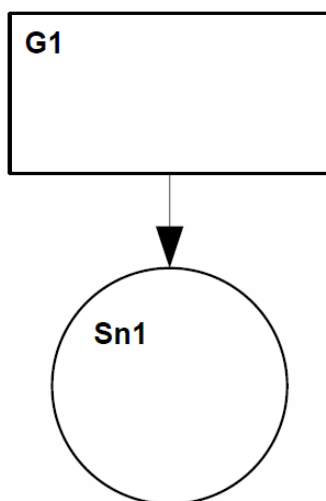


図 12. ソリューションの追加

この構造は，ソリューション（Sn1）で言及されるエビデンスが，ゴール（G1）で形成される主張が正しいと断言していることを表している．

1.3.5 図 11 で示した複数の議論が一つの主張をサポートする方法と同じように，主張をサポートするエビデンス・アーティファクトが複数存在すれば，その数だけソリューションも作られる．このような場合，ゴール構造に複数の GSN ソリューションを表わすことができる．図 13 は，ソリューション Sn1 と Sn2 で言及されるエビデンスが，ゴール G1 で形成される主張が正しいと断言していることを表している．

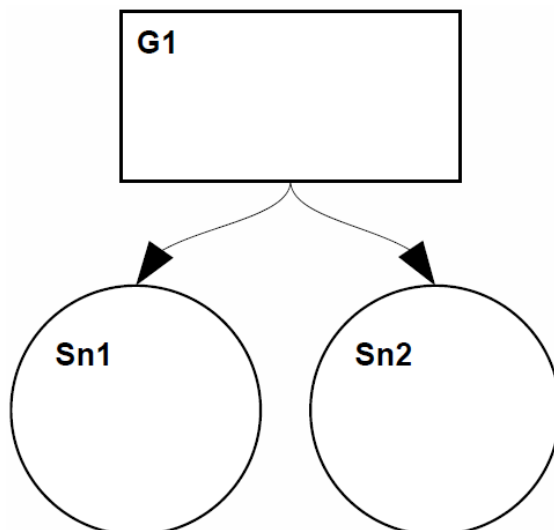


図 13. 並列ソリューション

1.3.6 主張は、特定のコンテキスト上でのみ説明することができる。コンテキスト要素は、GSN 上で関係性を明示することができる。図 14 は、コンテキストをゴールに追加することを表している。このコンテキストは、ゴール G1 によって作られる主張と関連した補足説明に用いられている。

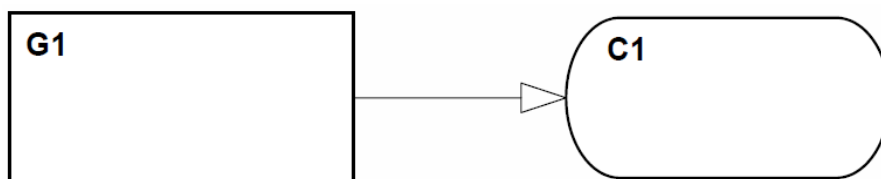


図 14. ゴールに追加するコンテキスト

1.3.7 コンテキストを使用する場合、コンテキストは、主張の範囲を定義したり、制約したりする。コンテキスト的発言を議論構造上に主張した場合、支援関係のあるコンテキストとゴールの議論上で、ゴール・コンテキスト間の関係性に矛盾や弱点はあるべきではない。

1.3.8 ゴールに適応したアサンプションは、主張を述べるにあたって必要とする仮定を宣言している。図 15 は、ゴール G1 が、アサンプション A1 が正しいという仮定のもとで主張されることを意味した構造となる。

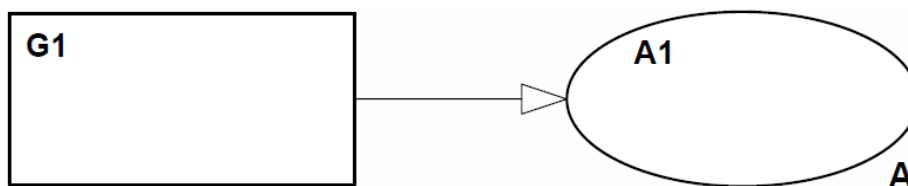


図 15. ゴールに追加するアサンプション

1.3.9 アサンプションは、根拠の無い要素である。ゴール **G1** にアサンプションを繋げるとき、アサンプションは、**G1** をサポートする議論全体に対して繋がっていると見なす。そのため、議論をサポートする下部議論において、再び同じアサンプションを配置する必要はない。

1.3.10 図 16 は、ゴールにジャスティフィケーションを接続することを表している。ジャスティフィケーションは、ゴールにおける主張の意味を変化させないが、ゴールの内容やフレーズに根拠を与えるものである。議論上、どこでも必要ならば同じジャスティフィケーションを使い、その時はジャスティフィケーションを再配置、再結合しなければならない。

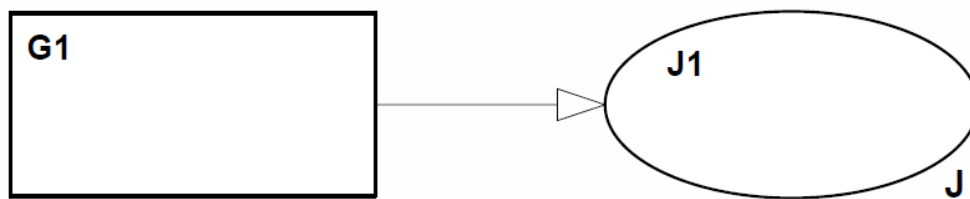


図 16. ゴールに追加するジャスティフィケーション

1.3.11 コンテキストは、ストラテジーに適用することもあり、ストラテジー上の説明に関連する付加情報を宣言したり、ストラテジーで使用する言葉の定義や説明を提供したりする。図 17 はストラテジーにコンテキストは付け加えたものである。



図 17. ストラテジーに追加するコンテキスト

1.3.12 すでに述べたとおり、コンテキスト的発言を議論構造上に主張した場合、支援関係のあるコンテキストとストラテジーの議論上で、ゴール・ストラテジー間の関係性に矛盾や弱点はあるべきではない。

1.3.13 ストラテジーに適用したアサンプションは、サブゴールが親ゴールをいかにサポートしているかという仮説を宣言したものである。図 18 に示す構造では、ストラテジー **S1** によって導き出されるサブゴールが親ゴールをサポートするのに十分であると言える場合、アサンプション **A1** は正しいとみなされる。ストラテジー **S1** にアサンプションを繋げば、そのアサンプションは **S1** に起因する議論全体に対して繋がっていると見なす。つまり、議論をサポートする下部議論において、再び同じアサンプションを配置する必要はない。

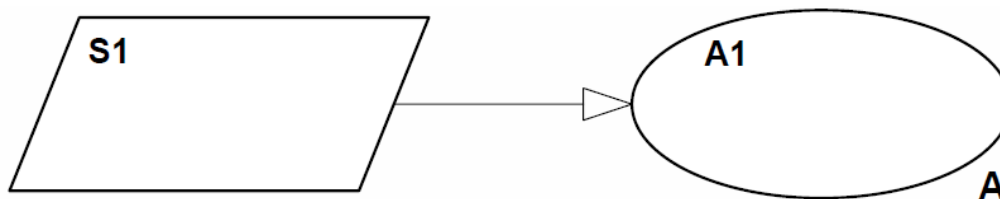


図 18. ストラテジーに追加するアサンプション

1.3.14 ジャスティフィケーションもまたストラテジーに繋ぐことができ、その場合、ストラテジーによる説明の裏付けとなる．図 19 は GSN ストラテジーにジャスティフィケーションを付け加えたものである．

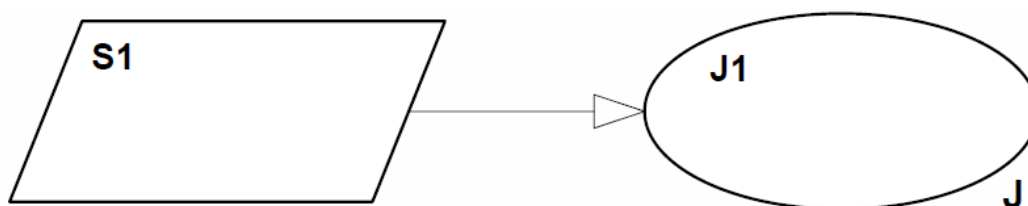


図 19. ストラテジーに追加するジャスティフィケーション

1.3.15 ジャスティフィケーションは、それが接続された要素に適用される．議論上、どこでも必要ならば同じジャスティフィケーションを使い、その時はジャスティフィケーションを再配置、再結合しなければならない．

1.4 ゴール構造の言語

1.4.1 GSN 要素上の発言に使われる文法構造は、一連のシンプルなルールによって管理されている．

1.4.2 GSN ゴールは、議論上の主張（例えば、前提や結論など）を記録する．各 GSN ゴールはただ一つの目標となる発言を持ち、名詞フレーズ+動詞フレーズという形式の発言による課題を表明している．

1.4.3 GSN ストラテジーの発言は、ゴールとそれをサポートするゴールを繋ぐ論理展開を抽象的表現によって説明したもので、しかし、主要な主張や主張によって組み立てられた構造には変化を及ぼさない．ストラテジーの発言は、議論のアプローチの要約を記述している．

1.4.4 GSN ソリューションには主張は含まれず、特定の主張をサポートするエビデンス・アーティファクトへのシンプルな言及である．そのため、ソリューションは名詞フレーズとして述べられる．

1.4.5 GSN コンテキストの発言は二種類ある。コンテキストの発言が、推論段階の情報を持つ、何種類かのアーティファクトへの言及であるとき、コンテキストの発言は名詞フレーズとして述べる。また、コンテキストの発言が、注釈的コンテキスト情報（例えばいくつかの用語の定義のような）に注目するとき、この情報は、名詞フレーズ+動詞フレーズという文章によって要約される。

1.4.6 GSN アサンプションとジャスティフィケーションは、議論の理解につながる必要な付加情報を提供する。この情報は必要十分に述べられ、名詞フレーズ+動詞フレーズと言う文章が用いられる。