

#AVNetworkingMadeEasy



# IPマルチキャストとIGMP

# Contents

1.	はじめに .....	3
2.	IGMP (インターネット・グループ・マネージメント・プロトコル) .....	3
2.1	受信側 .....	3
2.2	送信側 .....	3
2.3	マルチキャストストリーム .....	3
2.4	ネットワークスイッチ .....	4
2.4.1	クエリアの選出プロセス .....	4
2.4.2	ジェネラルクエリー .....	4
2.4.3	ルーティング (転送経路の決定) .....	4
2.4.4	ギガコア (GigaCore) の設定 .....	4
3.	図による概説 .....	5
3.1	IGMP .....	5
3.2	クエリア .....	5
3.3	マルチキャストルーティング:すべての機器がIGMPを正しく実装している .....	7
3.3.1	通常設定での動作 .....	7
3.3.2	クエリアを替える .....	8
3.3.3	アンノウンフラグディング無し .....	8
3.3.4	IGMPスヌーピング無効 .....	9
3.4	マルチキャストルーティング:いずれの受信側にもIGMPが正しく実装されていない .....	9
3.4.1	通常設定での動作 .....	9
3.4.2	クエリアを替える .....	10
3.4.3	アンノウンフラグディング無し .....	10
3.4.4	IGMPスヌーピング無効 .....	11
3.5	マルチキャストルーティング:準拠している受信側と準拠していない受信側の混在 .....	11
3.5.1	通常設定での動作 .....	11
3.5.2	クエリアを替える .....	12
3.5.3	アンノウンフラグディング無し .....	12
3.5.4	IGMPスヌーピング無効 .....	13
4.	おわりに .....	13

## 1.1. はじめに

IPマルチキャスト (IP Multicast) とは、あるIPパケットの受信を求めている複数の受信側に、そのIPパケットを一度の送信で送る方法です。これには特別に割り当てられたマルチキャストアドレス (クラスD: 224.0.0.0 ~ 239.255.255.255) を使用します。この方法は、MA-Net、sACNやDanteなど、私たちの市場の多くのストリーミングプロトコルによく使われています。

IPマルチキャストの優れた点を最大限に活かすには受信側 (特定のマルチキャストストリームの受信を求めている末端の機器) とネットワークスイッチが、IPv4のIGMP (インターネット・グループ・マネージメント・プロトコル) もしくは IPv6のMLD (マルチキャスト・リスナー・ディスカバリー) を完全にサポートしている必要があります。

この文書では、IGMP機能の基本的な説明と使用事例を示すことで、様々な設定の結果を詳細に説明するとともに、このプロトコルの直感的には分かりにくい動きについていくつか紹介します。これらの説明と使用事例はIGMP向けですが、MLDと非常に似ているので、MLDにおいても有効です。

## 2. IGMP (インターネット・グループ・マネージメント・プロトコル)

IGMPは、登録された受信端末だけにマルチキャストトラフィック (Multicast Traffic) が送られるようにするプロトコルです。ネットワークスイッチはIGMPスヌーピング (IGMP Snooping) を使ってこの情報を収集します。この仕組みがどのように働き、ネットワーク全体のデータの流りにどのようなインパクトがあるのかを解説していきます。

### 2.1 受信側

受信側とは、1つまたは複数のマルチキャストストリームを受信したい末端の機器です。受信側は、メンバーシップレポートを送信することで、これらのストリームの配信先としての登録を申請できます。このメンバーシップレポートには受信したいストリームのマルチキャストアドレスが載っています。マルチキャストの配信登録状態を保つためには、受信側もネットワークスイッチからのジェネラルクエリー (次章を参照) にメンバーシップレポートで応答する必要があります。受信側が特定のマルチキャストストリームを受信しなくなったら、脱退メッセージ (Leave Message) を使用することで、そのストリームの配信登録を削除できます。

マルチキャストの受信側とは、例えば、Danteスピーカーや、sACNノードや、IP映像デコーダーなどが挙げられます。

### 2.2 送信側

マルチキャストの送信側には、IGMPが必要ありません。マルチキャストストリームを特定のマルチキャストアドレスに送信するだけです。

マルチキャストの送信側とは、例えば、Danteステージボックスや、sACN照明卓や、IP映像エンコーダなどが挙げられます。

### 2.3 マルチキャストストリーム

マルチキャストストリーム (Multicast Stream) とは、送信側から1つもしくは複数の受信側へマルチキャストで伝送されるデータの流れです。マルチキャストストリームの場合、機器のIPアドレス宛ではなく、マルチキャストIPアドレス宛に送られます。マルチキャストIPアドレスは 224.0.0.0 ~ 239.255.255.255の範囲に限定されています。これはクラスDとしても知られています。この範囲内のIPアドレスを宛先とするパケットは全て、マルチキャストとして扱われます。

マルチキャストストリームの具体例:

- Danteのマルチキャストフローは最大8チャンネルのオーディオを含みます。
- sACNのユニバースはマルチキャストストリームとして伝送されます。この場合、ユニバース番号によってマルチキャストアドレスが定義されます。
- 映像ストリームは、一般的にマルチキャストストリームとして伝送されます。多くの場合、映像に付いているオーディオは、映像ストリーム全体の帯域幅を使わないようにしながら、追加の受信側にも伝送され得るように、別のストリームで伝送されます。そのためにDanteを使用するメーカーもあります。

## 2.4 ネットワークスイッチ

ネットワークスイッチにもIGMPスヌーピングとクエリア (Querier) 両方の機能が必要です。IGMPにおいて、ネットワークスイッチには**クエリア (Querier)**か**クエリアでない (non-Querier)**かの2つの役割があります。クエリアには最小のIPアドレスを持つスイッチが選出されます。その為、すべてのIGMP対応スイッチがそれぞれ異なるIPアドレスを持つことが重要です。

### 2.4.1 クエリアの選出プロセス

以下のように選出されます：

- すべてのスイッチがクエリアとして起動し、ジェネラルクエリアを送信し始めます
- 自身のIPアドレスより小さいIPアドレスからのジェネラルクエリアを受け取ると、そのスイッチはクエリアでなくなります
- 残った1台のクエリアは、そのすべてのポートから一定間隔でジェネラルクエリアを送り続けます
- 他のスイッチは、(クエリアが停止する、またはクエリアとの接続が切れるなどして)一定間隔で受信していた新しいジェネラルクエリアを数回にわたって受信しないと、そこからクエリアになって、再度選出が始まります

つまり、ネットワークの起動時とクエリアが消失した時を除き、安定したネットワークにおいてクエリアは1つだけです。

### 2.4.2 ジェネラルクエリア

ジェネラルクエリア (General Query) とは、クエリアからのみ送信されるメッセージで、基本的には、受信側に対して、受信側が受信したい新たなマルチキャストストリームの配信登録の申請をするように、または、既存の配信登録の確認を尋ねます。ジェネラルクエリアは一定間隔で繰り返されます。クエリアはこれらのメッセージをすべてのポートから送信します。下流のスイッチは、このジェネラルクエリアを自らのすべてのポートに転送します。そうすることで、最終的には接続されているすべての機器に届きます。

### 2.4.3 ルーティング(転送経路の決定)

クエリアでないスイッチは、ジェネラルクエリアを受信したポート(ルーターポート)に、すべてのマルチキャストデータのための転送ルールを設定します。これにより、それ以外のポートに届くマルチキャストストリームは常にルーターポートを通してクエリアに向けて転送されます。

スイッチの一つのポートが受け取るメンバーシップレポートに含まれるマルチキャストアドレスそれぞれに、転送ルールが設定されます。

この転送ルールには、このマルチキャストアドレスのマルチキャストストリームはこのポートに転送する、と定められています。クエリアでないスイッチはルーターポートを通してメンバーシップレポートをクエリアに向けて転送します。

このルーティング方法の重要な点は、すべてのマルチキャストストリームが常に送信側からクエリアに向けて転送されることです。(送信側から見た場合の)クエリアの背後での転送は、転送ルールとそれ以外のいくつかの設定に依存します。

また注意すべきことは、IGMP機能がないスイッチは、すべてのマルチキャストトラフィックをすべてのポートに転送するので、ブロードキャストのような状態になります。

### 2.4.4 ギガコア (GigaCore) の設定

#### ■ IGMPスヌーピング 有効/無効

IGMPスヌーピング (IGMP Snooping) はデフォルトで、すべてのグループ (Group) で有効になっています。IGMPスヌーピングを無効にするとネットワーク上にマルチキャストトラフィックがブロードキャストされます。

#### ■ クエリア 有効/無効

クエリア (Querier) のオプションはデフォルトで有効になっています。このオプションでは、スイッチがクエリアの選出プロセスに参加できるかどうかを定めます。この設定を無効にしたスイッチはクエリアの選出に参加できなくなります。IGMPを機能させるためには、少なくとも1台のスイッチのクエリアのオプションが有効であることを確認してください。

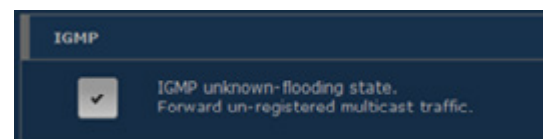
#### ■ アンノウンフラディング 有効/無効

アンノウンフラディング (Unknown Flooding) とは、転送ルールの設定の無いマルチキャストストリームがスイッチに入ってきたときに、このストリームをすべてのポートに転送する機能のことです。この設定を無効にすると、転送ルールが設定されていないデータストリームはマルチキャストルーターポートだけを通してクエリアに向けて転送されます。

アドバンスグループ設定 (GroupsメニューのAdvanced)



グローバル設定 (Globalメニュー)



### 3. 図による概説

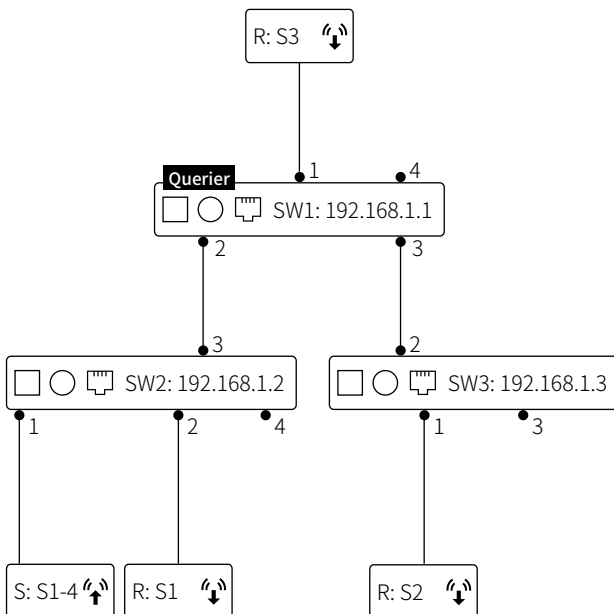
下記図にて以下の略称を使用します：

- GQ：ジェネラルクエリー (General Query)
- MR:Sx：ストリーム番号 (x) のマルチキャストアドレスが入っているメンバーシップレポート
- S:Sx-y：ストリーム番号 (x~y) を送信する送信側
- R:Sx：ストリーム番号 (x) を受け取りたい受信側
- SW：スイッチ”

#### 3.1 IGMP

図1は、3台のスイッチを使用した基本的な設定です。最小IPアドレスのスイッチ1がクエリア (Querier) になります。それぞれのスイッチにストリームを受信したい受信側が接続されていて、スイッチ2にはストリーム1~4を送信する送信側が接続されています。

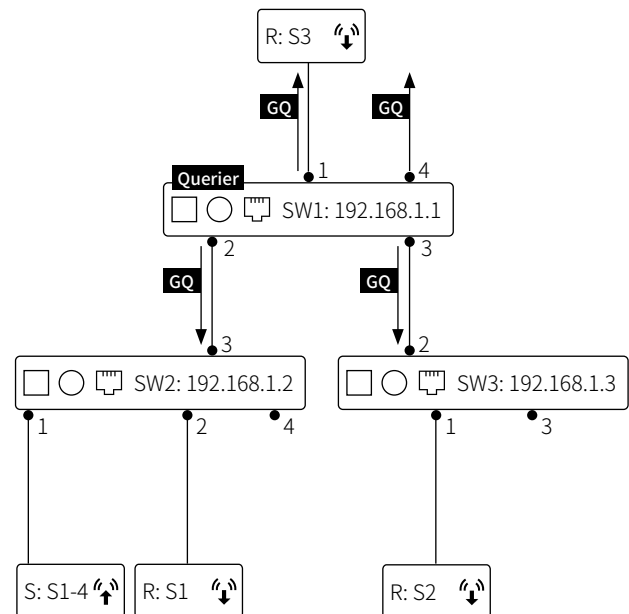
図1：マルチキャスト／IGMPを使った基本的なネットワーク構成



#### 3.2 クエリア

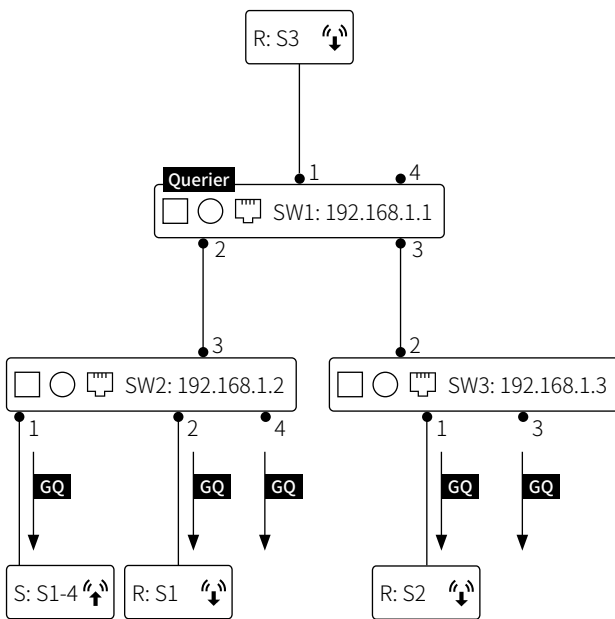
図2は、クエリア (Querier) がそのすべてのポートからジェネラルクエリーを送信しているところを示しています。

図2：クエリアからのジェネラルクエリー



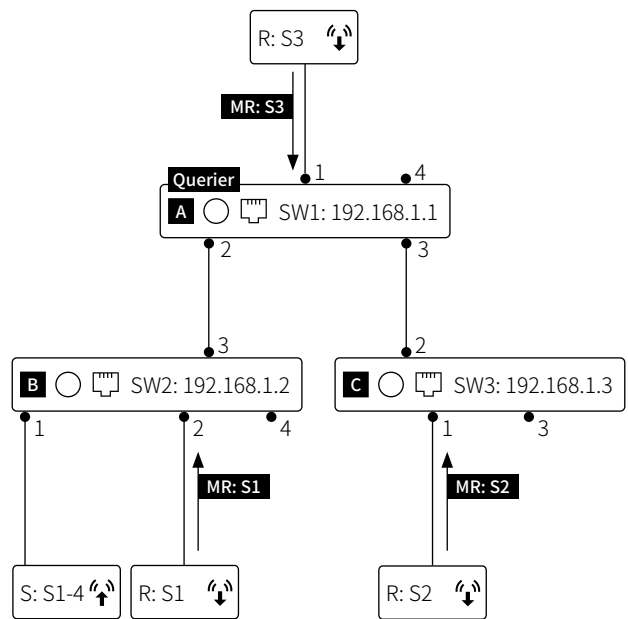
下流のスイッチはジェネラルクエリーを受け取ったポートをルーターポートとして設定します。これらのスイッチはアクティブなポートすべてにジェネラルクエリーを転送します。

図3: ジェネラルクエリーの転送と取扱い



あるストリームを受け取りたい受信側は、そのストリームを受信するためのメンバーシップレポートを送ることでジェネラルクエリーに返答します。このメンバーシップレポートを受信したポートは、この受信したポートにこのストリームを転送する、という転送ルールを設定します。

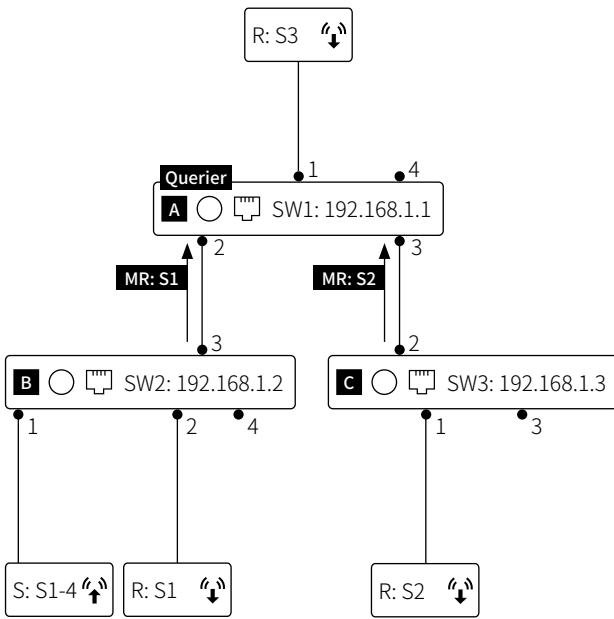
図4: 末端の機器からのメンバーシップレポートとスイッチによる取扱い



- A** 転送ルール: ストリーム3をポート1に転送する
- B** 転送ルール: ストリーム1をポート2に転送する
- C** 転送ルール: ストリーム2をポート1に転送する”

クエリアでないスイッチはそれぞれ、メンバーシップレポートを自身のルーターポートを通してクエリア (Querier) に向けて転送します。クエリアは受け取ったそれぞれのメンバーシップレポートのための転送ルールを設定します。

図5:メンバーシップレポートの転送



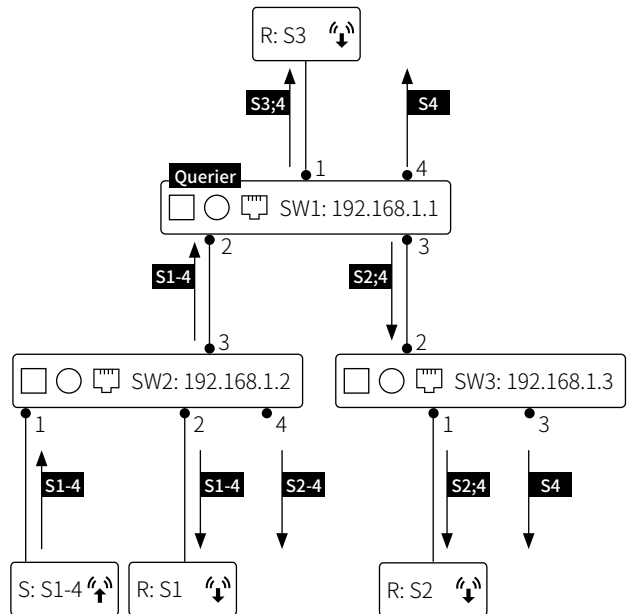
- A** 転送ルール: ストリーム3をポート1に、ストリーム1をポート2に、ストリーム2をポート3に転送する
- B** 転送ルール: ストリーム1をポート2に転送する
- C** 転送ルール: ストリーム2をポート1に転送する”

### 3.3 マルチキャストルーティング:すべての機器がIGMPを正しく実装している

#### 3.3.1 通常設定での動作

- クエリア 有効
- アンノウンフラディング 有効
- IGMPスヌーピング 有効

図6:マルチキャストルーティング



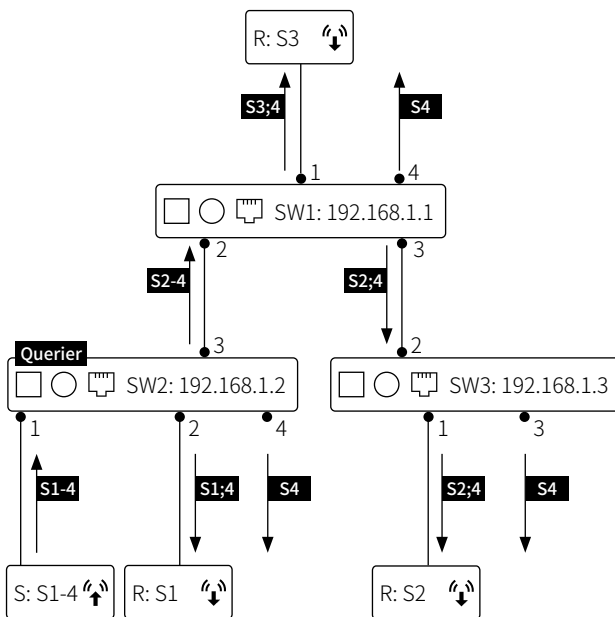
この設定では、クエリア (Querier) と送信側に対して受信側がどこに位置するかによって、リクエストしたよりも多くのストリームがフラッディング (Flooding) により受信側に流れ込みます。ネットワーク上に配信先の登録が無いストリームは、ブロードキャストされます。

注意点として、スイッチ2はクエリアに対して上流にあるので、スイッチ2は(スイッチ3とスイッチ1で受信される)ストリーム2と3の登録を全く認識していません。結果として、ストリーム2と3は、クエリアの下流に登録されていても、ちょうどストリーム4のように、スイッチ2上でフラッディングされる、つまり全てのポートに流されます。

### 3.3.2 クエリアを替える

- スイッチ1のクエリア(Querier)を**無効**にすると、スイッチ2がクエリアになる
- アンノウンフラッディング **有効**
- IGMPスヌーピング **有効**

図7:マルチキャストルーティング、クエリアを替える

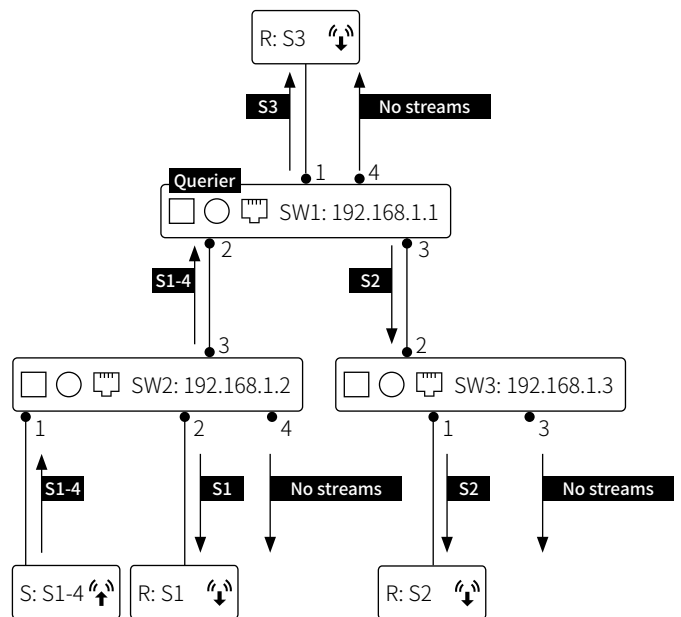


クエリアの選出に影響を及ぼすことで、フラッディングによる受信側への不要なトラフィックの流れ込みを制限できますが、これはネットワーク内ですべてのソースが1台のスイッチに接続されている場合にのみ効果があります。配信先の登録が無いストリームはブロードキャストされます。

### 3.3.3 アンノウンフラッディング無し

- クエリア **有効**
- アンノウンフラッディング **無効**
- IGMPスヌーピング **有効**

図8:マルチキャストルーティング、アンノウンフラッディング無し

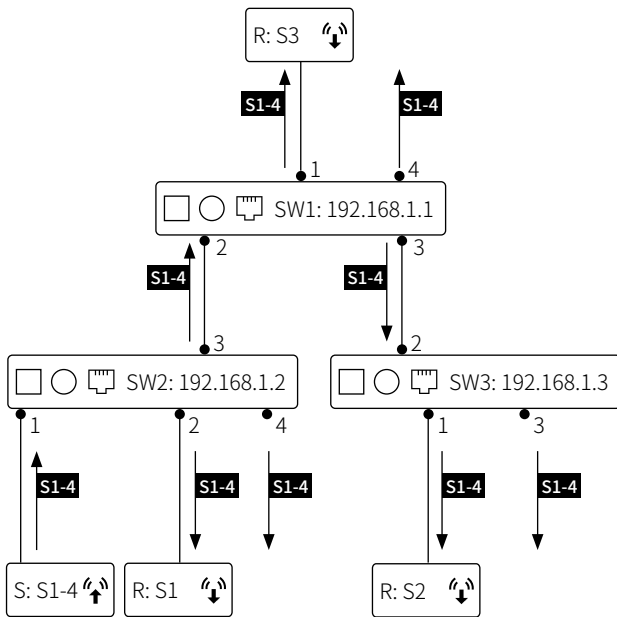


この設定では、すべての受信側がIGMPに準拠していれば最適な状況が得られます。受信側はリクエストしたストリームのみを受信します。



### 3.3.4 IGMPスヌーピング無効

図9: マルチキャストルーティング, IGMPスヌーピングが無効



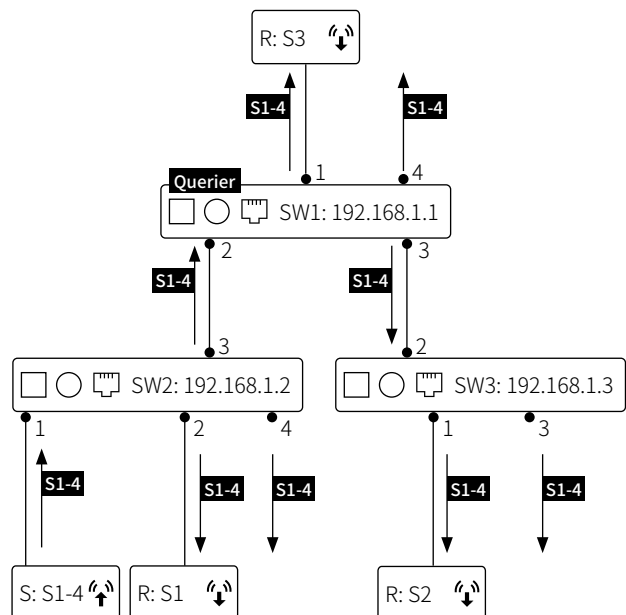
すべてのストリームがブロードキャストされます。アンマネージドスイッチを使用した時と同じ動きになります。

### 3.4 マルチキャストルーティング: いずれの受信側にもIGMPが正しく実装されていない

#### 3.4.1 通常設定での動作

- クエリア 有効
- アンフロッディング 有効
- IGMPスヌーピング 有効

図10: IGMPが正しく実装されていない



受信側がIGMPをサポートしていないとこのような状況になります。アンマネージドスイッチを使用した時、または、IGMPスヌーピングを無効にした時と同じ動きになります。すべてのストリームがブロードキャストされるので、このフラッディングによりすべての受信側にリクエストしていないストリームが流れ込みます。

### 3.4.2 クエリアを替える

- スイッチ1のクエリア(Querier)を**無効**にすると、スイッチ2がクエリアになる
- アンノウンフラッドイング 有効
- IGMPスヌーピング 有効

図11:IGMPが正しく実装されていない、クエリアを替える

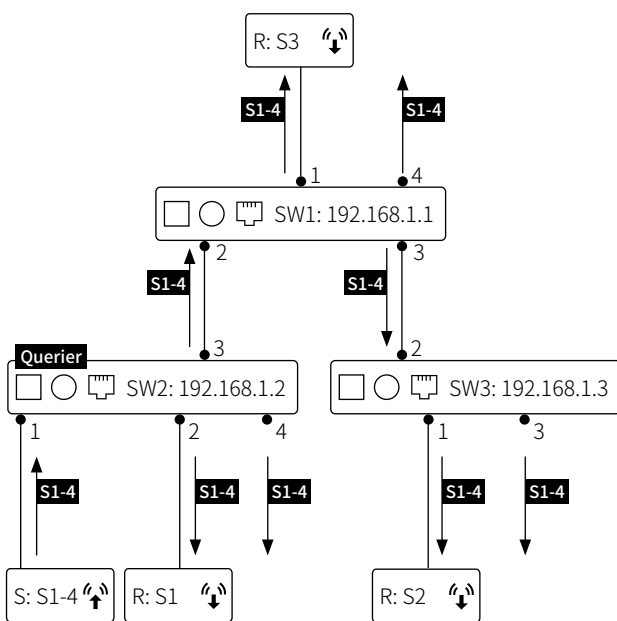
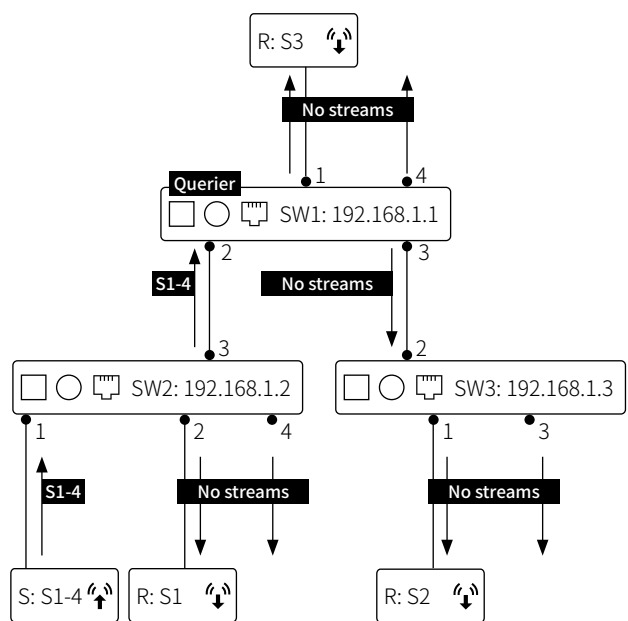


図10と同じ動きになります。クエリアの位置は影響しません。

### 3.4.3 アンノウンフラッドイング無し

- クエリア 有効
- アンノウンフラッドイング **無効**
- IGMPスヌーピング 有効

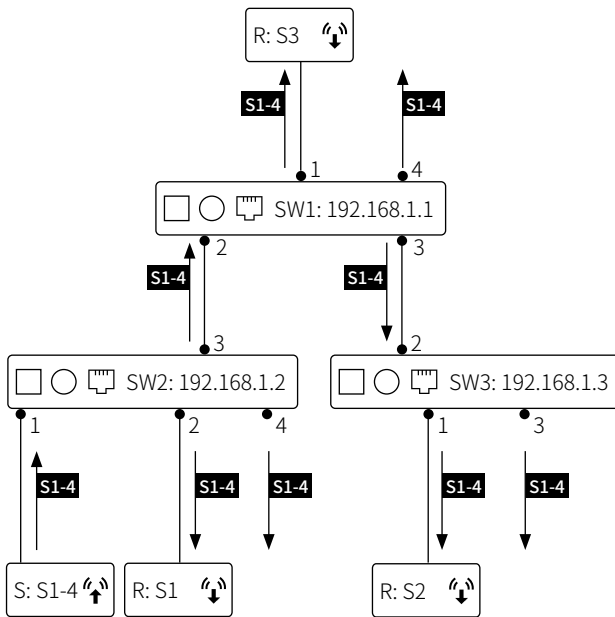
図12:IGMPが正しく実装されていない、アンノウンフラッドイングが無効



この状況でアンノウンフラッドイング (Unknown Flooding) を無効にすると、受信側にストリームが届かなくなります。

### 3.4.4 IGMPスヌーピング無効

図13:IGMPスヌーピングが無効



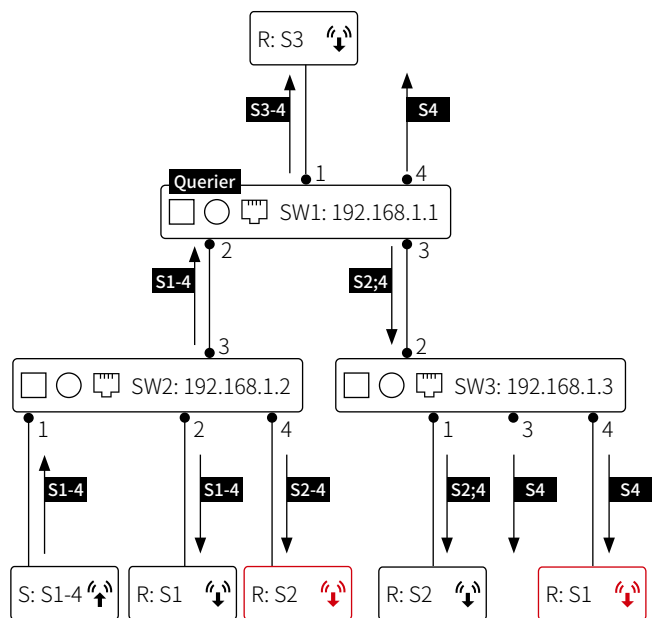
1と2と同じ状況になります。すべてのストリームがブロードキャストされます。

### 3.5 マルチキャストルーティング: 準拠している受信側と準拠していない受信側の混在

#### 3.5.1 通常設定での動作

- クエリア 有効
- アンノウンフラッドイング 有効
- IGMPスヌーピング 有効

図14: 準拠している受信側と準拠していない受信側

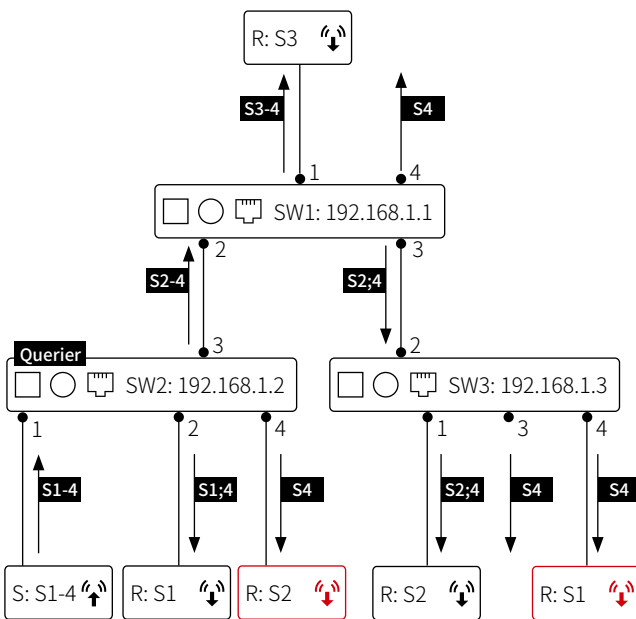


赤い受信側が準拠していない受信側です。これらはメンバーシップレポートを送信しません。ある受信側にはフラッドイングにより不要なストリームが流れ込んだり、また、ある受信側は受け取りたいストリームを受け取れなかったりします。

### 3.5.2 クエリアを替える

- スイッチ1のクエリア(Querier)を無効にすると、スイッチ2がクエリアになる
- アンノウンフラッドイング 有効
- IGMPスヌーピング 有効

図15:クエリアを替える

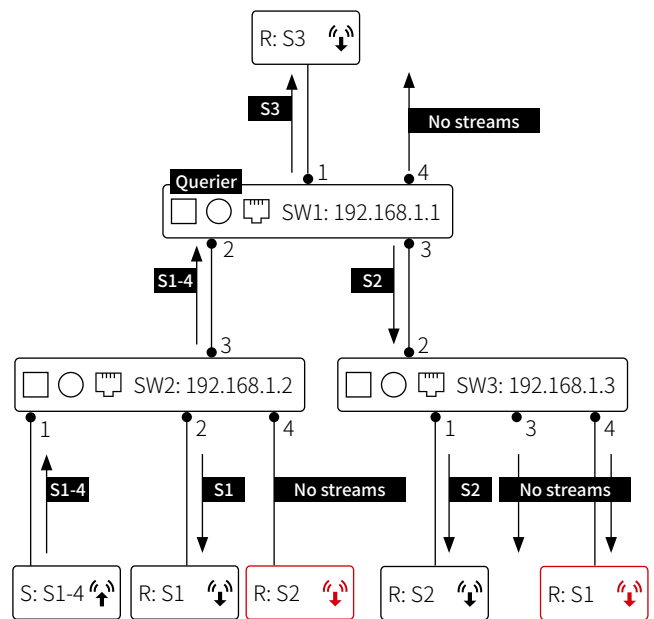


前の状況とほぼ同様になります。フラッドイングによるストリームは比較的少なくなります。

### 3.5.3 アンノウンフラッドイング無し

- クエリア 有効
- アンノウンフラッドイング 無効
- IGMPスヌーピング 有効

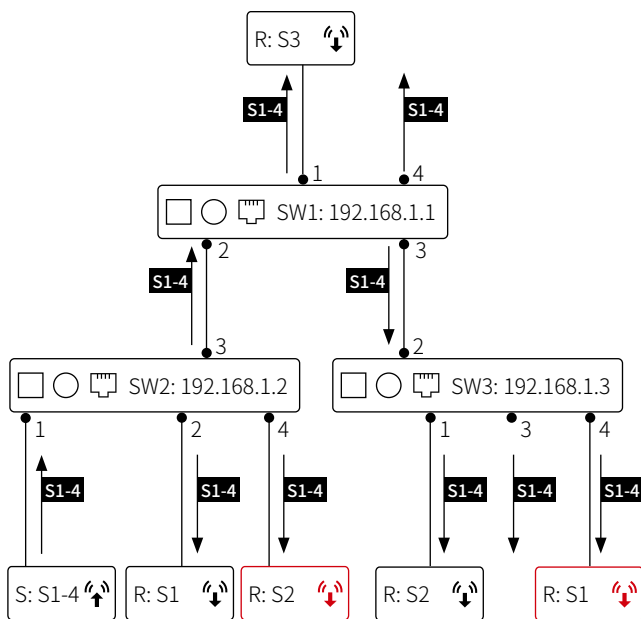
図16:アンノウンフラッドイング無し



準備していない受信側にはデータが送られません。

### 3.5.4 IGMPスヌーピング無効

図17:IGMPスヌーピングが無効



ストリームはブロードキャストされます。

すべての受信側はリクエストしたストリームを受け取りますが、不要なストリームも流れ込みます。

## 4. おわりに

マルチキャストストリームを使用する際は、受信側とスイッチの両方において正しくIGMPが実装されていることが、ネットワーク全体にわたるトラフィックの最適化のためのベストプラクティスです。そのため、すべてのギガコア (GigaCore) スイッチのデフォルト設定は以下のようになっています：

- すべてのグループのIGMPスヌーピング (IGMP Snooping) が有効：スイッチはマルチキャストストリームを登録してルーティングする準備ができています
- クエリア (Querier) が有効：すべてのスイッチがクエリアの選出に参加します  
これにより、ネットワーク内に少なくとも1台はクエリアが存在する状態を確保します
- アンノウンフラッディング (Unknown Flooding) が有効：ある受信側にIGMPが正しく実装されていない場合でも、その受信側が、要求するストリームを受け取れる可能性がより大きくなります。本来であれば、スイッチと受信側にIGMPが正しく実装されていて、アンノウンフラッディングを無効にできることが理想的です。そうならば不要な転送が防止され、IGMPスヌーピングによりトラフィックが最適化されます

これらの設定の変更が必要な場合に、この文書が正しい判断をするための参考になることを願います。

REVISION: 20210826-REV 1.4.

**Luminex**

Slamstraat 13 | 3600 Genk | Belgium | T +32 11 812 189 | [info@luminex.be](mailto:info@luminex.be) | [www.luminex.world](http://www.luminex.world)