



IP プールプランニングのガイドライン

- [CUPS アーキテクチャでの IP 配信 \(1 ページ\)](#)
- [UP グループの概念 \(2 ページ\)](#)
- [新しいプールの追加時期 \(2 ページ\)](#)
- [IP プールの微調整パラメータ \(4 ページ\)](#)
- [ダイナミック IP プールプランニングのガイドライン \(5 ページ\)](#)
- [静的 IP プールのガイドライン \(8 ページ\)](#)
- [非常に大きなチャンクサイズを取得する意味 \(9 ページ\)](#)

CUPS アーキテクチャでの IP 配信

IP プールが UP で設定されている場合、UP に緊密に結合されます。未使用の IP プールの割合が大きいと、リソースの無駄になります。IP リソースが不足している UP では、未使用のリソースが利用できればメリットが得られます。同様に、1つの UP が到達不能になった場合、その UP に割り当てられている IP 範囲は再利用できません。こうした制限を克服するために、IP チャンキングメカニズムが導入されました。

CUPS アーキテクチャでは、IP プールは CP で設定され、CP が IP プールの管理を担当します。CP で設定された IP プールは、設定されたサイズのチャンクに分割されます。UP 登録プロセス中に、CP はその特定の UP によってサービスが提供されている APN と、各 APN の関連する IP プール設定を確認します。CP はこれらの IP プールから UP にチャンクを割り当てます。CP は **chunk-threshold-timer** の秒数ごとに、各 UP のプールレベルのチャンク使用率をモニターし、チャンクしきい値に達すると、UP に新しいチャンクを割り当てます。同様に、UP 内の特定の IP チャンクが使用されておらず、そのプール用に十分な空きチャンクが CP に予約されていない場合、CP はそれぞれの UP からそれらの IP チャンクリソースを取り消します。

CUPS アーキテクチャでは、IP プールは UP 選択のリソース/基準とは見なされません。UP 間での不均等な負荷分散を回避するために、オペレータは UP グループ内のすべての APN と UP で十分な容量の IP チャンクが使用可能な状態であることを確認する必要があります。

UP グループの概念

UP が CP に関連付けられると、APN に関連付けられた IP プールからのチャンクが UP に配布されます。その後 UP は、APN に関連付けられている単一の UP グループに関連付けられるため、APN の一部として設定されている IP プールからのチャンクは、その APN に関連付けられた UP グループに属する UP に配布されます。したがって、プールサイズとチャンクサイズを計画する際は、UP グループのサイズを考慮する必要があります。



(注) UP は単一の UP グループにのみ属することができます。未定義の動作を引き起こす可能性があるため、2 つの UP グループに UP を追加しないでください。

デフォルトの UP グループ

APN に明示的に設定された UP グループがない場合、デフォルトの UP グループに属していると思なされます。デフォルトの UP グループはコンシューマトラフィックに主に使用され、APN が大規模すぎるため、多数のサブスライバに対応し、大規模な IP プールで動作する大きすぎる

特定の UP グループ

特定の APN のトラフィックを選択的に一部の UP に転送するには、特定の UP グループを使用します。たとえば、APN と IP プールが小規模な（256 程度の）企業サブスライバのケースを考えてみます。この場合、プールをチャンクに分割するのではなく、APN 全体を 1 つの UP のみで構成される UP グループ専用にするのが得策です。では次に、大規模な APN と 20 以上の UP で構成されるきわめて大規模な展開を考えてみます。この場合も、サービスを提供するために 20 の UP すべてを必要とする大規模な APN はありません。IP プールのチャンク分割メカニズムをより効果的に活用するため、これらの UP と APN をいくつかの特定の UP グループに分割します。

たとえば、UP の数が 20 で、それぞれが 100,000 のサブスライバにサービスを提供する必要があるとします。また、それぞれプールサイズが 16,000、チャンクサイズが 1,000 の APN が 25、プールサイズが 64,000、チャンクサイズが 1,000 の APN が 6 あるとします。この場合、IP プールをより効率的に使用するため、2 つの UP グループを作成できます。UP group-1 は 4 つの UP で 25 の小規模 APN に対応し、UP group-2 は 16 の UP と 6 つの大規模 APN で構成されます。

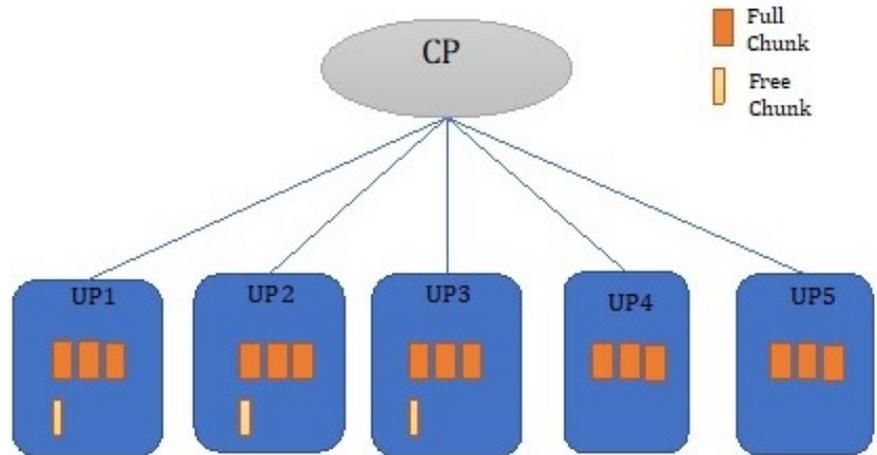
新しいプールの追加時期

APN に残っている空きチャンクの量が UP グループ内の UP の数よりも少ない場合、および選択した UP にすべてのチャンクが完全に使用されている場合（つまり、空きチャンクが残って

いない場合)、負荷分散が不均一になります。また、UP 選択アルゴリズムがオーバーライドされ、使用可能なチャンクがある UP から IP が指定されます。

このシナリオは次の図に示されています。

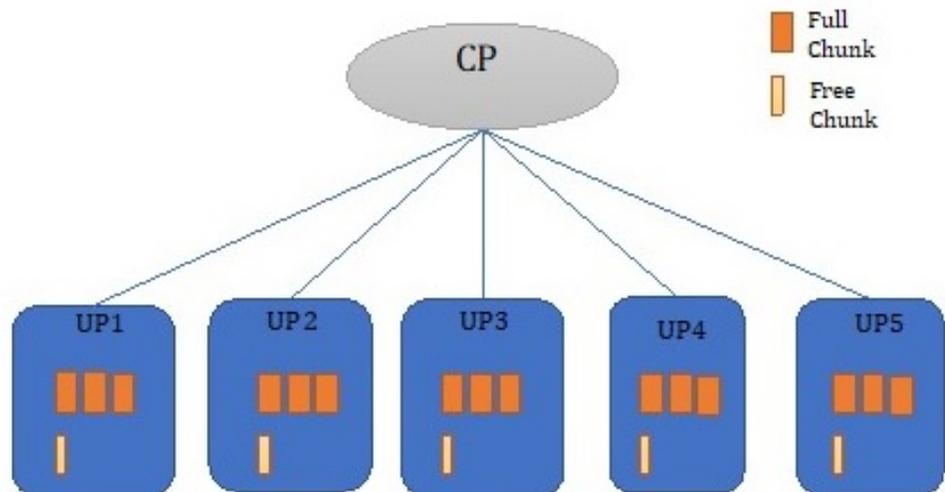
図 1:新しいプールの追加時期



462172

当該 APN にプールを追加して不均一な負荷分散を回避し、チャンクの割り当てを可能な限り均等にするためにチャンキングを実行する必要があります。

図 2:新しいプールが追加された後のシナリオ



462173



(注) 将来の使用に備えて事前にディメンショニングを計画し、不均一な負荷分散を避けるためにチャンクを追加することを推奨します。

IP プールの微調整パラメータ

しきい値タイマー

CP は、すべての UP との間でチャンクを定期的にプッシュまたは削除します。周期性は、**chunk-threshold-timer** を使用して設定されます。プールから割り当てられたアドレスの 70% を超えるチャンクが UP で使用されている場合、新しいチャンクが UP にプッシュされます。同様に、UP で IP プールリソースが十分に活用されていない場合、CP は未使用のチャンクを UP からプルバックします。チャンクの削除は、「[チャンクの取り消し](#)」で説明されている他の要因にも左右されます。

チャンクの取り消し

CP の空きチャンクが **min-chunks-threshold-per-pool** 未満の場合、CP は定期的にそのプールの使用率が低い UP からチャンクを取り消します。UP が使用しているのがプールの割り当て済み IP アドレスの 40% 未満の場合、UP に 2 つを超える使用可能な空きチャンクがあれば、1 つのチャンクがプールから取り消されます。

プッシュされる初期チャンク

各 UP にプッシュされる最初のチャンクは、**cups max-user-plane** キーワードを使用して制御できます。このキーワードはコンテキストレベルで機能します。最初のチャンクは、次の要因に応じてプッシュされます。

- プール内の空きチャンクの合計数 (**show ip pool** コマンドでこの値が表示されます)
- プール内の合計チャンク (**cups max-user-planes** CLI で設定された値)。デフォルトでは、**max-user-planes** の値は 10 に設定されます。
- 3 つのチャンク

例 1:

CUPS の **max-user-plane** CLI コマンドは、登録時に UP にプッシュされる初期チャンクの数を決定するために使用されます。プッシュされる初期チャンク数は、次の要因によって異なります。

- チャンクが **max-user-plane** 値未満の場合、1 つのチャンクがプッシュされます。

- チャンクがそれより多い場合、最小値は (`chunks/max-user-plane, 3`) です。
`max-user-plane` のデフォルト値は 10 です。

8つのチャンクプールがあり、展開で4つのUPを使用するとします。すべてのチャンクをすべてのUPに直接割り当てることができます。`max-user-plane`を4に設定すると、同じ処理を実行できます。同様に、8つのUPを展開する場合は、値を8に設定すると、1つのチャンクだけがUPにプッシュされます。

さらに、サブスクリバの急増に対応するためのバッファとして機能できる追加のチャンクを提供します。このサブスクリバの急増により、通常のしきい値のチャンク補充レートを超える可能性があります。32個のチャンクと2kサイズの4つのUPから構成される1つのプールがあり、着信サブスクリバレートが1分あたり2kであるとします。追加のバッファチャンクを確保したい場合、つまり、短い期間に着信サブスクリバがチャンクの補充レートを上回り、負荷の不均衡が発生するのを回避するためにチャンクを保護するには、`max-user-plane CLI`を使用します。このCLIを使用しない場合は、1000に設定すると、常に1つのチャンクがプッシュされます。

チャンクサイズ

チャンクサイズは、UPグループ内のUPの数に関して、CEPSとチャンクの均等性の両方を考慮して計画する必要があります。設定するチャンクが大きすぎると、UP間でIPアドレスが不均一になる可能性があります。ただし、チャンクが小さすぎる場合、チャンクの補充レートが着信サブスクリバよりも低くなる可能性があります。チャンクの補充率が低いと、UPのオーバーライドや負荷の不均衡が発生します。

ダイナミック IP プールプランニングのガイドライン

チャンクのガイドライン

チャンクは、UPグループの規模を考慮して計画する必要があります。チャンクサイズが大きすぎるまたは小さすぎると、それに関連した影響が出るため、適切なバランスを維持することが重要です。

- チャンクサイズが小さいほど、UP間のチャンク分散の不均衡が減少します。ただし、チャンクサイズが非常に小さいと、UPでのチャンクの枯渇が速くなり、CEPSレートに悪影響を及ぼします。
- チャンクサイズが非常に大きいと、UP間でチャンクが不均等に分散される可能性があります。この問題により、IPアドレスが別のUPで引き続き使用可能であるにもかかわらず、特定のUPでUPのオーバーライドや負荷の不均衡が発生して、使用可能なIPがない状態に陥る可能性があります。

適切なIPプールリソースプランニングが推奨される設定例を以下に示します。

- **IPv6 プール** : `Poolv6_example_1 pool_group_example1 x:x:x:x::/48 chunk_size = 8192`

- **IPv6 プール** : Poolv6_example_1 pool_group_example1 x:x:x:x::/48 chunk_size = 8192
- **APN に関連付けられた UP** : UP1、UP2、UP3、UP4、UP5
- **しきい値タイマー** : 60 秒
- **UP あたりの着信サブスクリバレート** : 6,000 サブスクリバ/分

(この UP グループがサービスを提供している APN に接続されている IP プールグループは 1 つだけであることを前提としています)

これで、両方の IP プールには 65536 個の IP アドレスがあります。

チャンクサイズが大きすぎる場合 : アドレスが 8 つのチャンクに分割され、5 つの UP に分配されるとします。つまり、すべての UP が同等の数の IP リソースを取得できるわけではなく、一部の UP は他の UP よりも早く IP リソースを使い果たします。

IP リソースが枯渇すると、そのような UP で UP オーバーライドや負荷の不均衡が発生します。この例では、プールあたり約 40960 のアドレスまたは IP プールグループレベルで約 81920 のアドレスが使用された後に、このような状況が発生する可能性があります。

- Pool1 : (**UP1** = 8192 + 8192, **UP2** = 8192 + 8192, **UP3** = 8192 + 8192, **UP4**=8192, **UP5**=8192)
- Pool2 : (**UP1** = 8192 + 8192, **UP2** = 8192 + 8192, **UP3** = 8192 + 8192, **UP4**=8192, **UP5**=8192)

チャンクサイズが小さすぎる場合 : 前の項と同じプールが、チャンクサイズ 512、チャンク数 128 で設計されているとします。この場合は、次のようになります。

- Pool1 : (**UP1** = 26 * 512, **UP2** =26*512, **UP3** = 26*512, **UP4**=25*512, **UP5**=25*512)
- Pool2 : (**UP1** = 26 * 512, **UP2** =26*512, **UP3** = 26*512, **UP4**=25*512, **UP5**=25*512)

この場合、チャンクの不均衡による UP オーバーライドまたは負荷の不均衡は、128000 (50 チャンク * 512 サイズ * 5 UP) のアドレスが使用された後に発生します。各 UP には各 UP から 1 分あたり 1k アドレスしかありません。しきい値タイマーは 60 秒ですが、着信サブスクリバレートは 6k であるため、各 UP では 5k のサブスクリバの負荷の不均衡が発生します。

正しい設計の場合 : IP プールをチャンクサイズ (4096 個の IP アドレスなど) に分割すると、適切な設計になります。この設計では、5 つの UP に配布するための 16 のチャンクが CP に提供されます。

Pool1 : (**UP1** = 4096 + 4096 + 4096 + 4096, **UP2** = 4096 + 4096 + 4096, **UP3** = 4096 + 4096 + 4096, **UP4**= 4096 + 4096 + 4096, **UP5**= 4096 + 4096 + 4096)

この場合、チャンクの不均衡による UP オーバーライドまたは負荷の不均衡は、122880 (6 チャンク * 4096 サイズ * 5 UP) のアドレスが使用された後に発生します。各 UP には各 UP から 1 分あたり 8k アドレスしかありませんが、しきい値タイマーが 60 秒で着信サブスクリバレートが 6k であるため、UP はすべてのサブスクリバに対応できます。

この例から明らかなように、チャンクサイズが 4096 の場合は、チャンクサイズが 8096 の場合よりも UP 間で IP リソースが分散されます。IP リソースが枯渇すると、そのような UP で UP オーバーライドや負荷の不均衡が発生します。この例では、プールごとに約 61440 のアドレスが使用された後に発生し始めます。また、プールグループには同時に 2 つの IP プールがある

ため、チャンクの補充は pool1 からの 4k と pool2 からの 4k となり、必要なレートである 6k よりも大きくなります。

UP グループ化のガイドライン

コンシューマカスタマーとエンタープライズカスタマーは、それぞれの IP プールサイズやルーティング要件が異なるため、異なる UP グループに分ける必要があります。デフォルトの UP グループは、コンシューマカスタマーに使用されます。エンタープライズカスタマーには特定のユーザーグループを作成し、エンタープライズ APN と関連付けることを推奨します。チャンクメカニズムは、大きなプールの効率的な IP アドレス管理を提供しますが、プールサイズが小さい場合（たとえば、IP プールサイズが 4k 未満の場合）は避ける必要があります。小さい IP プールは特定の UP 専用にするのを推奨します。これを実現するには、特定の UP グループに単一の UP を設定し、APN に関連付けます。

5 つの UP があり、256 アドレスの 40 の小規模エンタープライズ APN と、それぞれ 64k アドレスの 8 つの大規模コンシューマ APN にサービスを提供する場合について考えます。この場合、2 つの UP グループを作成します。1 つの UP と 40 の小規模エンタープライズ APN で構成される UPGroup1 と、4 つの UP と 8 つの大規模コンシューマ APN で構成される UPGroup2 です。

UP 追加のガイドライン

オペレータは、UP グループに新しい UP を追加する前に、すべての APN に使用可能な空きチャンクが CP にあることを確認する必要があります。チャンクは、UP 登録時に割り当てることができます。その結果、ある APN にこの UP に使用可能な IP アドレスがない場合でも、この UP がコール分配用に選択されるため、不均等な負荷分散がなくなります。

その他のガイドライン

- プール使用率のしきい値アラームを使用して、IP プールリソースの補充に関する警告を受けます。適切なアクションを実行します。つまり、プールグループに新しいプールを追加します。
- ダイナミック v4v6 アドレス割り当ての場合の IPv4v6 セッションでは、UE に割り当てる必要がある IPv4 アドレスと IPv6 アドレスは両方とも同じ UP に属します。IP プールの計画では、v4v6 コールが予想される UP ごとにそれぞれ十分な v4 および v6 IP アドレスを使用可能にしておく必要があります。

「poolv4」という名前の IPv4 プール（x.x.x.x/17 という表記のアドレス 32,000 個）と、「poolv6」という名前の IPv6 プール（x::x::x:/48 という表記のアドレス 64,000 個）を例に考えてみましょう。2 つの APN があるとします。APN1 は v4v6 コールを実行し、「poolv4」と「poolv6」の両方で動作します。

ip pool poolv4 209.165.200.224/17 – APN1 で使用される 32,000 個のアドレス

ipv6 pool poolv6 prefix 2003::/48 - APN2 で使用される 64,000 個のアドレス

APN2 が使用する IPv6 アドレスが 32,000 個を超えてしまった場合、APN の計画が不十分であるために、APN1 の v4v6 に対応できるだけの十分な IPv6 アドレスが残らない可能性があります。この場合、poolv6 の 64,000 個のアドレスを、APN1 で使用する 32,000 個のアドレス (poolv6_1) と APN2 で使用する 32,000 個のアドレス (poolv6_2) に分けます。より多くの IP アドレスが必要なのであれば、APN1 に正当に割り当てられたアドレスを枯渇させるのではなく、必要に応じて APN2 に IPv6 プールを追加する必要があります。

静的 IP プールのガイドライン

静的 IP プールは、次のシナリオで使用されます。

- UE が初期接続で IP アドレスを送信する場合。
- AAA/S6b が IP アドレスを返した場合。
- DHCP が IP アドレスを返した場合。

静的 IP プールの場合、アドレスはすでに UE によって決定されているため、UP を選択する利点はありません。選択した IP アドレスを含むチャンクを持つ UP だけが、そのコールを処理できます。静的 IP プールの場合、UE が未使用のチャンクから最初の IP を要求すると、チャンクが UP に与えられます。これらのチャンクは、UP グループ内の UP にラウンドロビン方式で割り当てられます。一度割り当てられた静的チャンクは、Sx が再起動する場合を除き、UP から取り戻されることはありません。静的プールに関するガイドラインは以下のとおりです。

- 静的 IP プールでは、MOP 手順の中で 1 回コールを行い、そのチャンクを特定の UP 専用にしめます。チャンクは最初のコールでのみプッシュされるため、これは最初のコールの遅延を回避するのに役立ちます。
- 静的 IP プールでは、静的 IP プールを持つすべての APN にサービスを提供する UP 数が限られているデフォルト以外の UP グループを使用します。
- 静的 IP プールでは、すべてのプールで均一なチャンクサイズを使用します。前述したように、UP の選択は静的 IP プールでは使用できないため、UP での負荷の不均衡を回避するために、プールのサイズを統一する必要があります。
- 静的 IPv4v6 PDN を正常に動作させるには、IPv4 アドレスと IPv6 アドレスの両方が同じ UP 上にある必要があります。確実に動作させる唯一の方法は、UP グループに含める UP を 1 つにすることです。
- 1 つの PDN を静的、もう 1 つの PDN を動的で同じ APN 上のマルチ PDN を正常に動作させるには、両方のアドレスが同じ UP 上にある必要があります。動的プールの場合、アドレスは UP 選択アルゴリズムによって選択されます。静的アドレスの場合、UP は選択された IP によって決定されるため、負荷の不均衡を回避する唯一の方法は、UP グループに含める UP を 1 つにすることです。

非常に大きなチャンクサイズを取得する意味

プールシステムの制限

現在、CP DI-Large モデルは、次の表に示すパラメータのスケールリング数をサポートしていません。各制限は、使用されるチャンクサイズの値に関係なく一定であり、特定のパラメータの最大許容制限を表します。最大値に達したパラメータの制限により、後続のパラメータの上限値が制限されます。



(注) 中小規模のモデルでは、制限は比較的低くなっています。

パラメータ	制限
コンテキストごとの IPv4 プール	2000
コンテキストごとの IPv6 プール	256
シャーシごとの IP プール	5,000 (v4 と v6 の両方を含む)
ダイナミックプールアドレス	コンテキストあたり 1,600 万 シャーシあたり 3,200 万
スタティックプールアドレス	コンテキストあたり 3,200 万 シャーシあたり 9,600 万
VRF の数	コンテキストあたり 300 シャーシあたり 2,048
最大 IP プールサイズ	512k
最大 IPv6 プールサイズ	1,000,000

UP グループのチャンクサイズの意味 :

プールはチャンクの割り当ての基本単位であり、すべての UP には関連するプールからチャンクが割り当てられます。チャンクサイズ値が 65,536 のチャンクを取得できる UP の数は最大で、 $100 \text{ 万} / 65,536 = 16$ なので、チャンクサイズ値が 65,536 の場合、各 UP グループでサポートされる UP は 16 のみです。

APN のチャンクサイズの意味 :

APN 設定で使用される単一の UP グループの場合、制限は UP グループ制限値と同じです。

APN 設定で使用される複数の UP グループについては、「グループ固有の IP プールを持つ複数の UP グループ」の章を参照してください。サポートされる 16 の UP の最大 UP グループ数は、コンテキストごとに 1,600 万アドレス、または 100 万アドレスプールなので、16 の UP APN で合計 16 の UP グループを設定できます。

v6 プール内のすべてのプール設定が枯渇すると、同じ VPN コンテキストで動作する残りの APN では同じ IPv6 プールが使用されます。その他の場合、制限は想定より低くなるため、16 の UP で 16 UP グループというのは、IPv4 アドレスがないという前提に基づいています。システムでは約 3,200 万のダイナミックアドレスがサポートされますが、許可される SGI コンテキストは 2 つだけです。

翻訳について

このドキュメントは、米国シスコ発行ドキュメントの参考和訳です。リンク情報につきましては、日本語版掲載時点で、英語版にアップデートがあり、リンク先のページが移動/変更されている場合がありますことをご了承ください。あくまでも参考和訳となりますので、正式な内容については米国サイトのドキュメントを参照ください。